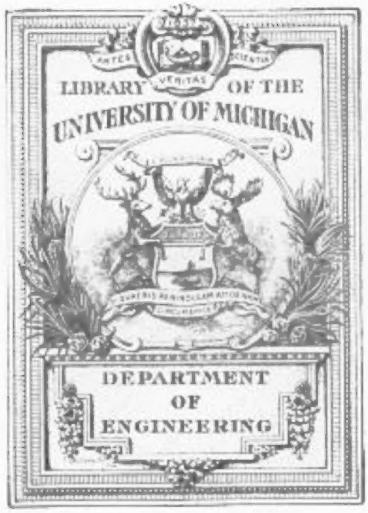
ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN

Digitized by Google

D 400971

Digitized by Google

D 400971
Digitized by Google



Digitized by Google

NA
3
.Z48

ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

HERAUSGEGEBEN

UNTER MITWIRKUNG DER KÖNIGL. TECHNISCHEN BAU-DEPUTATION UND DES ARCHITEKTEN-VEREINS ZU BERLIN.

REDIGIRT

VON

G. ERBKAM,

BAURATH IM KÖNIGLICHEN MINISTERIUM FÜR HANDEL, GEWERBE UND ÖFFENTLICHE ARBEITEN.

JAHRGANG XXIV.

MIT XCI KUPFERTAFELN IN FOLIO UND QUART UND VIELEN IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.

BERLIN 1874.

VERLAG VON ERNST & KORN.

(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.)

CARL TREI
HEILBRONN
Digitized by Google

HERAUSGEGEBEN
UNTER MITWIRKUNG DER KÖNIGL. TECHNISCHEN BAU-DEPUTATION UND DES ARCHITEKTEN-VEREINS ZU BERLIN.

JAHRGANG XXIV. 1874. HEFT I UND II.

Amtliche Bekanntmachungen.

Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 10. November 1873, betreffend die Zulässigkeit der Vergebung von Lieferungen und Bauten im Wege des beschränkten Submissions-Verfahrens, bezw. aus freier Hand.

Es hat sich in neuerer Zeit, theils in Folge des grofsen Aufschwunges, welchen die Bauthätigkeit auf allen Gebieten genommen hat, theils in Folge der durch die neue Gewerbeordnung herbeigeführten Umgestaltung der Verhältnisse der Bauhandwerker das Bedürfnifs herausgestellt, bei der Verdingung von Lieferungen und Bauausführungen für fiscalische Rechnung neben dem unbeschränkten öffentlichen Ausgebots- (Submissions- oder Licitations-) Verfahren ein beschränktes Submissions-Verfahren, zu welchem nur besonders tüchtige und zuverlässige Bauhandwerker aufgefordert werden, zu gestatten, auch in besonderen Fällen und häufiger als es bisher zulässig war, eine Verdingung aus freier Hand eintreten zu lassen.

Um diesem Bedürfnisse zu entsprechen und die mit der jedesmaligen vorgängigen Einholung unserer Genehmigung nothwendig verbundene Verzögerung zu vermeiden, wollen wir die Königliche Regierung in Erweiterung der Bestimmungen unserer Circular-Verfügungen vom 8. März 1868 (Finanz-Minist. II. 3340, III. 5460, IV. 3844) und vom 19. August 1872 (Minist. f. Handel III. 12939) hierdurch ermächtigen, bei den im Bereiche unserer Ressorts vorkommenden Lieferungen und Bauausführungen für die Folge in allen Fällen, in denen die Anwendung des öffentlichen unbeschränkten Submissions- oder Licitations-Verfahrens für ungeeignet und dem fiscalischen Interesse nicht entsprechend angesehen wird, von diesem Verfahren abzusehen und, je nachdem es für vortheilhafter und angemessener erachtet wird, ein beschränktes Submissions-Verfahren oder eine Verdingung aus freier Hand eintreten zu lassen.

Es ist jedoch auch fernerhin als Regel an dem öffentlichen Submissions- und Licitations-Verfahren festzuhalten und die Baubeamten sind anzuweisen, bei jedem einzelnen über den Kostenbetrag von 50 Thlrn. hinausgehenden Bau zum Ausschlufs dieses öffentlichen Verfahrens die Genehmigung der Königlichen Regierung einzuholen, welche nur nach sorgfältigster Prüfung und Erwägung aller einschlägigen Verhältnisse und nur dann, wenn von der Anwendung des beschränkten Submissions-Verfahrens oder der freihändigen Begebung ein besserer Erfolg mit Bestimmtheit erwartet werden darf, zu ertheilen ist. Von dergestalt Seitens der Königlichen Regierung ertheilten Ausnahme-Genehmigungen erwarten wir eine Anzeige, in welcher die Gründe für die Vergebung der Lieferung oder des Baues aus freier Hand bezw. im Wege der beschränkten Submission anzu-

164353

Digitized by Google

führen sind, sowie in allen irgendwie zweifelhaften Fällen Seitens der Königlichen Regierung die vorgängige Nachsuchung unserer Genehmigung.

Der Finanzminister.
gez. Camphausen.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
gez. Dr. Achenbach.

An
sämmtliche Königliche Regierungen und Landdrosteien, die Ministerial-Bau-Commission hierselbst, sowie an die sämmtlichen Provinzial-Steuerdirectionen und die Königl. Finanzdirection in Hannover.

Verfügung d. d. Berlin, den 15. November 1873, die Fabrikation und Verwendung sogenannter Schwemmsteine betreffend.

Verschiedene Fabrikanten sogenannter Schwemmsteine aus der Gegend von Andernach sind bei mir wegen Erlasses einer, die Fabrikation und Verwendung der Schwemmsteine regelnden Polizeiverordnung vorstellig geworden. Unter Hinweis auf die weite Verbreitung, welche diese Steine bereits im Handel gefunden haben, und auf die Vorzüge, welche sie bei mancherlei Bauconstructionen vor anderem Material besitzen, haben die Gesuchsteller auf die Gefahren aufmerksam gemacht, die mit der Verwendung des Materials verbunden sind, wenn es unsolide hergestellt ist oder vorzeitig vermauert wird. Während zum Beispiel in Weifsenthurm, Oberwinter, Remagen etc. ganze Häuser in ihrem Aufsen- wie Innen-Mauerwerk nebst Schornsteinen und Gewölben von diesen Steinen erbaut sind, die Gewölbe der neueren rheinischen Kirchen fast allgemein und auch andere nicht allzusehr belastete Gewölbe davon hergestellt werden, sind Unglücksfälle constatirt worden, wie der Einsturz eines vor Kurzem von diesem Materiale erbauten Hauses in Coblenz und eines Kellergewölbes in Traben, deren Ursache man der Verwendung von Schwemmsteinen zuschreiben will, die noch nicht vollständig ausgetrocknet waren.

Wenn ich auch aus der Eingabe der Fabrikanten und nach eingezogenen gutachtlichen Berichten der Regierungen, in deren Bezirken die Schwemmsteine fabricirt und vorzugsweise verwendet werden, nicht habe Veranlassung nehmen können, dem Gesuche der betreffenden Fabrikanten Folge zu geben, so erscheinen mir doch die an dem Materiale gerühmten Vorzüge und die weite Verbreitung, welche dasselbe bereits gefunden hat, wichtig genug, um die Aufmerksamkeit der Königlichen Regierung auf die verschiedene Beschaffenheit und daraus resultirende gröfsere oder geringere Brauchbarkeit des Materials für Bauzwecke zu lenken.

Nach den mir vorliegenden Gutachten soll von Schwemmsteinen ein durch rasches Austrocknen und Trockenbleiben sich vorzüglich auszeichnendes Mauerwerk von mäfsiger Tragfähigkeit sich herstellen lassen, wenn dieselben in dem Mischungsverhältnisse von 90 Gewichtstheilen Bimmstein-Sand und 10 Gewichtstheilen Trierscher Kalk kunstgerecht angefertigt und vor der Vermauerung mindestens 6 Monate lang ausgetrocknet sind. Derartiges Mauerwerk soll zugleich wetterbeständig sein. Vorzüglich sollen sich die Steine zur Herstellung einer vollkommen trockenen, inneren Verblendung von Mauern in Wohnräumen und wegen ihrer Leichtigkeit und porösen Oberfläche zu Gewölben mit geringen Widerlagern eignen. Grofser Werth wird jedoch dabei darauf gelegt, dafs der zu diesem Mauerwerk zu verwendende Mörtel aus Trierschem Kalk mit Zusatz von Bimmsteinsand statt des Quarzsandes bestehe. Dagegen sollen die Steine bei nur geringem Drucke zerfallen, wenn sie nicht in dem richtigen Verhältnisse oder gar unter Verwendung gewöhnlichen Fettkalkes statt des Trierschen mit Kalk gemengt und wenn sie nicht gehörig ausgetrocknet sind, auch soll es bedenklich sein, sie überhaupt zu Schornsteinröhren zu verwenden, welche wegen des Ansetzens von Glanzrufs in Folge des Heizens der zu ihnen gehörenden Herde und Oefen mit Holz gelegentlich ausgebrannt werden müssen.

Da nach der Eingabe der Fabrikanten die Schwemmsteine im Bezirke der Königlichen Regierung bereits vielfach Verwendung finden, so empfehle ich derselben behufs Vorbeugung von Unglücksfällen die Aufmerksamkeit des bauenden Publikums auf dem Ihr geeignet erscheinenden Wege auf den Werth oder Unwerth des Materials je nach der Solidität seiner Herstellung und nach dem erfolgten guten Austrocknen desselben zu lenken.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
gez. Dr. Achenbach.

An
die Königlichen Regierungen zu Coblenz, Cöln, Trier, Aachen, Düsseldorf, Münster, Minden, Arnsberg, Wiesbaden, Cassel, Magdeburg, Potsdam, Landdrosteien zu Hannover und Hildesheim.

Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

Anfang December 1873.

Beförderungen und Uebertragungen besonderer Functionen.

Der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Reitemeier zu Nordhausen ist zum Ober-Betriebsinspector bei der Hannoverschen Staats-Eisenbahn in Hannover ernannt,

desgleichen der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Hinüber commissarisch zum Mitgliede der K. Eisenbahn-Commission in Cassel,

desgl. der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Nahrath ebenso commissarisch zum Mitgliede der K. Eisenbahn-Commission in Harburg,

desgl. der Regierungs- und Baurath Spielhagen ebenso bei der Commission in Bremen,

desgl. der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Beckmann ebenso bei der Commission in Hannover.

Der Ober-Betriebsinspector Bachmann in Münster ist zum technischen Mitgliede der K. Direction der Westfälischen Eisenbahn ernannt.

Der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Bramer in Paderborn ist der K. Direction der Westfälischen Eisenbahn als Hilfsarbeiter überwiesen.

Der Eisenbahn-Baumeister Dato in Nordhausen ist zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Hannoverschen Staats-Eisenbahn mit Anweisung des Wohnsitzes in Cassel befördert.

Befördert sind ferner:

der Eisenbahn-Baumeister Pauly in Jülich zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Ostbahn in Berlin,

Digitized by Google

der Eisenbahn-Baumeister Hugo Müller in Münster zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Westfälischen Eisenbahn, mit Anweisung des Wohnsitzes in Paderborn,

der Eisenbahn-Baumeister Schröder in Elberfeld zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector. Demselben sind die Functionen eines Ober-Betriebsinspectors bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn commissarisch übertragen.

Der Kreis-Baumeister Buchmann in Gleiwitz ist zum Bauinspector bei der K. Berginspection zu Zabrze ernannt, vorläufig mit dem amtlichen Wohnsitze zu Gleiwitz,

der Kreis-Baumeister Sönderop in Cüstrin zum Bauinspector in Stolp in Pommern.

Der Land-Baumeister Jacobsthal in Berlin ist in eine etatsmäfsige Lehrerstelle bei der K. Bau-Akademie getreten.

Ernannt sind (erste Anstellungen):

der Baumeister Röhner zum Eisenbahn-Baumeister bei der Westfälischen Eisenbahn in Emden,

der Baumeister Barth zum Kreis-Baumeister in Neumarkt (Reg. Bez. Breslau),

der Baumeister Weinreich zum Wasser-Baumeister in Rügenwaldermünde,

der Baumeister Viereck zum Eisenbahn-Baumeister bei der Oberschlesischen Eisenbahn in Kattowitz,

der Baumeister Hacker zum Land-Baumeister bei der K. Regierung in Frankfurt a. O.,

der Baumeister Steinberg zum Local-Baubeamten der Militair-Verwaltung in Magdeburg,

der Baumeister Endell zum Land-Baumeister bei der K. Regierung in Stettin.

Versetzt sind:

Der Kreis-Baumeister Berghauer von Goldberg nach Paderborn,

der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Crone von Göttingen nach Cassel,

der Eisenbahn-Baumeister, Bauinspector Kettler von Nienburg nach Bremen,

der Eisenbahn-Baumeister Güntzer von Uelzen nach Harburg,

der Eisenbahn-Baumeister Textor von Uelzen nach Osnabrück,

der Eisenbahn-Baumeister Ellenberger von Hannover nach Uelzen,

der Eisenbahn-Baumeister Kubale von Stargard in Pommern nach Breslau;

der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Scheuch von Osnabrück nach Bremen unter Uebertragung der Functionen eines Vorstehers des technischen Büreaus der K. Eisenbahn-Commission daselbst;

der Eisenbahn-Baumeister Wagemann von Paderborn nach Hannover unter Uebertragung der Functionen eines Betriebsinspectors bei der Hannoverschen Staats-Eisenbahn (Bezirk der K. Eisenbahn-Commission Cassel);

der Land-Baumeister Bormann von Arnsberg nach Coblenz;

der Land-Baumeister Duemicke zu Cöslin als Kreis-Baumeister nach Cüstrin;

der Kreis-Baumeister Jäger von Biedenkopf nach Büren.

Der Kreis-Baumeister Herzberg in Rybnik tritt als Land-Baumeister zur Militair-Verwaltung über und erhält eine Local-Baubeamten-Stelle in Neifse.

Der Land-Baumeister Kruhl zu Stettin ist aus dem Staatsdienste geschieden.

In den Ruhestand tritt:

der Kreis-Baumeister Wendt in Paderborn.

Gestorben sind:

der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Ostbahn in Berlin, A. Schultze,

der Rheinschifffahrts-Inspector, Baurath Butzke in Coblenz.

Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

Original-Beiträge.

Das Palais des Herrn von Kronenberg in Warschau.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 1 bis 8 im Atlas.)

Die Aufgabe war: ein Wohn- und Geschäftshaus in grofsartigem Maafsstabe auf einem, wie die Grundrisse auf Blatt 1 und 2 zeigen, recht ungünstigen Platz zu erbauen.

Das Erdgeschofs wurde ausschliefslich zur Benutzung für das ausgedehnte Geschäft bestimmt, während die Räumlichkeiten der Stockwerke zur Befriedigung des Wohnbedürfnisses dienen sollen.

Dies führte bei der Ausführung, wie fast immer, wenn Wohnung und Geschäft ihre verschiedenen Zwecke in einem Gebäude erreichen müssen, zu schwierigen Constructionen und Anordnungen.

Rechts und links von der Einfahrt an der langen Front des Gebäudes liegen im Erdgeschofs die Comptoire (Bl. 1) mit den Zimmern für den Chef, welche durch Treppen mit dessen Wohnung im ersten Stockwerk verbunden sind. Auch haben hier die Vorstände der einzelnen Geschäftszweige ihre Zimmer erhalten. Das Haupt-Vestibül, durch welches auch die Durchfahrt führt, braucht durch das Comptoirpersonal nicht betreten zu werden, indem dieses schon aus der Vorhalle in die schmaleren Seitengänge und so in die Comptoire gelangen kann.

Die gewölbten Decken der Comptoire werden durch eiserne Säulen getragen, welche durch besonders starke Eisenconstructionen verbunden sind, da dieselben die dicken Mittelwände der oberen Geschosse zu tragen haben, und zwar mit sehr ungleich vertheilten Lasten.

Digitized by Google

Ein Theil der Kellerräume ist mit den Comptoiren verbunden und dient als Tresor.

Das ganze Gebäude wird durch erwärmte Luft geheizt. Die Anlage ist durch Berliner Fabrikanten, die Herren Kniebandel und Wegner, hergestellt und hat sich sehr bewährt. Nur das erste Vestibül mit der Durchfahrt an der langen Front des Gebäudes, dessen Decke durch vier polirte Granitsäulen gestützt wird, ist nicht geheizt. Dagegen werden die beiden Vorräume der in zwei Armen ansteigenden Haupttreppe, ebenfalls durch erwärmte Luft, geheizt, und ist die Anordnung so getroffen, dafs die Equipagen bis an diese Vorräume fahren, wo die Insassen dann zugfrei aussteigen können. Die Wagen der Gäste fahren an der langen Seite des Gebäudes ein, und an der kürzeren Seite hinaus.

Der Herr und seine Gäste gelangen durch die Einfahrt an der Langseite in die Wohnung, während die Frau ihren Eingang, so wie ihre eigene Treppe und ihre besonderen Vorzimmer von der kurzen Seite erreicht.

Die Anordnung des ersten Stockwerks wird durch die Schrift auf der Grundrifs-Zeichnung auf Blatt 2 erklärt, und möchte nur noch hinzuzufügen sein, dafs sich die Wirthschaftsräume, so wie die Räume für die Dienerschaft in dem linken Seitenflügel des Stallhofes und in verschiedenen Entresols befinden.

Das zweite niedrigere Stockwerk enthält die Wohnungen für die erwachsenen Söhne, und Gastzimmer.

Die Haupttreppe führt nur bis in das erste Geschofs, sämmtliche Nebentreppen dagegen bis in das zweite Stockwerk.

Der Wintergarten, welcher an der Haupttreppe gelegen ist, wird durch heifses Wasser geheizt, und stehen die Gewächse in aufgefülltem Boden, nicht in Kübeln. Die Pflanzen und der Rasen gedeihen gut.

Die Wände und die Säulen des grofsen Treppenraumes, so wie die Wände des grofsen Saals sind mit Stuckmarmor bekleidet, welcher von Herrn Detoma in Berlin angefertigt ist.

Die Façade konnte leider nicht von edlerem Material hergestellt werden, sondern ist geputzt, da die Beschaffung von Sandstein in gröfseren Quantitäten nach Warschau mit unendlichen Schwierigkeiten und grofsen Kosten verknüpft ist; nur die Caryatiden an der Einfahrt und die Säulen am Gebäude sind aus Sandstein gefertigt.

Die Haupttreppe ist von weifsem Carrarischen Marmor hergestellt, ebenso die Geländer derselben, in deren Füllungen sich vergoldete bronzene Verzierungen befinden.

F. Hitzig.

Ueber das Verhalten des Wasserdampfes bei seiner Wirkung in den Dampfmaschinen.

In der vorliegenden Arbeit hat der Verfasser den Versuch gemacht, aus den Ergebnissen der Forschungen von Clausius, Zeuner, Grashof u. A., betreffend die Anwendung der sogenannten „mechanischen Wärmetheorie“ auf das Verhalten des Wasserdampfes bei Volumänderungen, Näherungsformeln herzuleiten, welche für die practische Berechnung der Dampfmaschinen brauchbar und von hinreichender Genauigkeit erscheinen.

§ 1. Gesetze von Mariotte und von Gay-Lussac über die Aenderung der Spannung der Temperatur und des Volums der Gasarten. — Combinirtes Gesetz über die Aenderung des Volums bei gleichzeitiger Aenderung der Temperatur und der Spannung.

Ist $\mathfrak{V}$ das Volum einer Gasart und $\mathfrak{A}$ die Spannung derselben, ausgedrückt in Atmosphären, d. h. der Druck, den die Gasart auf die Gefäfswandungen ausübt, so ist, wenn keine Temperaturänderung eintritt, nach dem Mariotte'schen Gesetz

$$\frac{\mathfrak{V}}{\mathfrak{V}_x} = \frac{\mathfrak{A}_1}{\mathfrak{A}},$$

d. h. wenn das Volum $\mathfrak{V}$ sich in das Volum $\mathfrak{V}_x$ ändert, sei es durch Ausdehnung oder Zusammendrückung, so verhalten sich die Volumina umgekehrt, wie die Spannungen, und die Spannung $\mathfrak{A}_1$, welche in dem Volum $\mathfrak{V}_x$ stattfindet, ist durch die obige Gleichung bestimmt. Es folgt hieraus

1) $\mathfrak{A}\mathfrak{V} = \mathfrak{A}_1 \mathfrak{V}_x$; $\mathfrak{V}_x = \frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}_1}\mathfrak{V}$ (Gesetz von Mariotte).

Wenn hierbei keine Temperaturänderung stattgefunden hat, so möge das Volum $\mathfrak{V}_x$ die Temperatur t haben. Ist $\mathfrak{V}_0$ das Volum derselben Gewichtsmenge Gas bei 0 Grad, so ist, wenn α der Ausdehnungs-Coefficient der Gasart ist:

$$\mathfrak{V}_x = \mathfrak{V}_0 + \alpha t \cdot \mathfrak{V}_0 = \mathfrak{V}_0 (1 + \alpha t);$$

ändert sich nun die Temperatur t in t_1, ohne dafs sich die Spannung $\mathfrak{A}_1$ ändert, so entstehe das Volum $\mathfrak{V}_1$ und es ist

$$\mathfrak{V}_1 = \mathfrak{V}_0 (1 + \alpha t_1),$$

folglich

$$\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}_x} = \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t} = \frac{\frac{1}{\alpha} + t_1}{\frac{1}{\alpha} + t}$$

oder indem man $\frac{1}{\alpha} = a$ setzt,

2) $\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}_x} = \frac{a + t_1}{a + t}$; $\mathfrak{V}_x = \frac{\mathfrak{V}_1 (a + t)}{(a + t_1)}$ (Gesetz von Gay-Lussac).

Wenn sich die Spannung und die Temperatur gleichzeitig ändern, so kann man immer sich vorstellen, als ob diese Aenderungen in unendlich kleiner Zeit nach einander erfolgten. Wäre nun $\mathfrak{V}$ das ursprüngliche Volum, mit der Spannung $\mathfrak{A}$ und der Temperatur t, so würde zuerst, wenn die Spannung sich ohne die Temperatur änderte, das Volum $\mathfrak{V}_x$ mit der Spannung $\mathfrak{A}_1$ und der Temperatur t entstehen, und indem sich nun noch die Temperatur t in t_1 ändert, wobei die gewonnene Spannung $\mathfrak{A}_1$ unverändert bleibt, wird aus dem Volum $\mathfrak{V}_x$ das Volum $\mathfrak{V}_1$ mit der Spannung $\mathfrak{A}_1$ und der Temperatur t_1 entstehen. Die Werthe des Zwischen-Volums $\mathfrak{V}_x$ bestimmen sich in beiden Fällen aus den obigen Beziehungen (1 und 2), und indem man die beiden ermittelten Werthe für $\mathfrak{V}_x$ gleichsetzt, entsteht

$$\mathfrak{V}_x = \frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}_1} \cdot \mathfrak{V} = \frac{\mathfrak{V}_1 (a + t)}{(a + t_1)}$$

und daraus

Digitized by Google

3) $\frac{\mathfrak{A} \cdot \Omega}{a+t} = \frac{\mathfrak{A}_1 \Omega_1}{a+t_1}$ (Combinirtes Gesetz von Mariotte-Gay-Lussac).

Diese Gleichung 3 gilt für alle Gasarten, aber nur so lange, als die Voraussetzung gilt, dafs die Volumina Ω und Ω_1 gleiche Gewichtsmengen Gas enthalten, d. h. dafs mit der Aenderung der Temperatur und Spannung nicht auch zugleich eine Aenderung der Gewichtsmenge des in den Volumen Ω und Ω_1 enthaltenen Gases stattfinde.

§ 2. Dichtigkeit und Normal-Volum der Gasarten.

Das Gewicht einer Volum-Einheit nennen wir die Dichtigkeit des Gases. Die Dichtigkeit des Volums Ω sei γ, diejenige des Volums Ω_1 sei γ_1, so ist das Gewicht des Volums $\Omega = \gamma\Omega$ und dasjenige des Volums $\Omega_1 = \gamma_1 \Omega_1$; da nun nach der Voraussetzung, unter welcher die Gleichung 3 gilt,

4) . . . . . $\gamma\Omega = \gamma_1 \Omega_1 = G$

sein mufs, so folgt:

$$\Omega = \frac{\gamma_1}{\gamma} \cdot \Omega_1 = \frac{G}{\gamma}$$

und wenn wir diesen Werth in Gleichung 3 einsetzen, so entsteht:

5) . . . . $\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(a+t) = \frac{\gamma_1}{\mathfrak{A}_1}(a+t_1)$.

Für den Fall, dafs das Gewicht des Gases, welches wir betrachten, gleich der Gewichts-Einheit ist, ergiebt sich aus Gl. 4:

$$\Omega = \frac{1}{\gamma}; \quad \Omega_1 = \frac{1}{\gamma_1}.$$

Diesen besondern Werth von Ω und Ω_1, nämlich das Volum der Gewichts-Einheit, bezeichnen wir künftig immer mit $\mathfrak{V}$ resp. $\mathfrak{V}_1$ u. s. w., während Ω, Ω_1 u. s. w. die Volumina anderer (unbestimmter oder bestimmter) Gewichtsmengen des Gases bezeichnen sollen. Es ist also

6) . . . . . $\mathfrak{V} = \frac{1}{\gamma}; \quad \gamma = \frac{1}{\mathfrak{V}}$.

Setzen wir diese Werthe in Gl. 5, so entsteht

6*) . . . . . $\frac{\mathfrak{A}\,\mathfrak{V}}{a+t} = \frac{\mathfrak{A}_1\,\mathfrak{V}_1}{a+t_1}$.

Wir nennen das Volum der Gewichts-Einheit künftig auch das Normal-Volum der Gasart.

§ 3. Anwendung des combinirten Satzes von Mariotte und Gay-Lussac auf permanente Gasarten, namentlich auf trockne und feuchte atmosphärische Luft, oder auf den Fall, wo Wasserdampf sich wie ein permanentes Gas verhält (Überhitzter Dampf).

Für alle permanenten Gasarten ist erfahrungsmäfsig a ein constanter Werth, und zwar, wenn die Temperatur in Graden der hunderttheiligen Skala genommen wird:

$$a = 273.$$

Es gilt also für alle permanenten Gase die Gleichung

7) . . $\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(273+t) = \frac{\gamma_1}{\mathfrak{A}_1}(273+t_1)$,

es ist also für alle permanenten Gase der Werth $\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(273+t)$ ein constanter Werth, welcher lediglich abhängig ist von den Werthen γ_1, $\mathfrak{A}_1$ und t_1, d. h. von der Dichtigkeit der Gasart γ_1 bei einer bestimmten Spannung $\mathfrak{A}_1$ und Temperatur t_1.

Für atmosphärische Luft, wenn sie trocken ist, hat man bei einer Temperatur von 0 Grad und bei dem normalen Atmosphärendruck $\mathfrak{A}_1 = 1$ (Quecksilbersäule von $0{,}76$ Meter und 0 Grad der Quecksilbersäule) das Gewicht eines Cubikmeters $\gamma_1 = 1{,}2932$ Kilogramm (Grashof, Theoretische Maschinenlehre S. 103), folglich gilt für trockne atmosphärische Luft die Gleichung

8) . $\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(273+t) = 1{,}2932 \cdot 273 = 353$.

Wenn das specifische Gewicht eines permanenten Gases in Vergleichung mit demjenigen der Luft von derselben Temperatur t_1 und Spannung $\mathfrak{A}_1$ mit δ bezeichnet wird, so heifst dies nichts anderes, als das Gewicht der Volumeinheit dieses Gases γ_1 ist bei gleicher Temperatur und Spannung δmal so grofs, als dasjenige der atmosphärischen Luft, also ist für dieses Gas $\gamma_1 = 1{,}2932 \cdot \delta$, folglich ist, für irgend ein permanentes Gas

9) . . . . $\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(273+t) = 353\,\delta = C$.

So z. B. ist für eine Temperatur von 100 Grad und 1 Atmosphäre Spannung für atmosphärische Luft nach der Gleichung

$$\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(273+t) = 353$$

$$\gamma = \frac{353}{373} = 0{,}9464.$$

Für Wasserdampf mit 1 Atmosphäre Spannung und 100 Grad ist erfahrungsmäfsig im Maximum $\gamma_1 = 0{,}6052$, folglich ist das specifische Gewicht des Wasserdampfes im Vergleich mit der Luft:

$$\delta = \frac{0{,}6052}{0{,}9464} = 0{,}6402,$$

folglich hat man für Wasserdampf, so lange keine Gewichtsänderung des Volums eintritt,

$$\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(273+t) = 353 \cdot 0{,}6402$$

10) . . . . $\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(273+t) = 226$.

Denselben Werth hätte man natürlich auch gefunden, wenn man für γ_1 in Gleichung 7 unmittelbar den Werth $0{,}6052$ eingesetzt hätte.

Hat man ein Gemenge von atmosphärischer Luft und isolirtem Wasserdampf, und ist $\mathfrak{A}_1$ die Gesammtpressung desselben, $\mathfrak{A}_{11}$ die Pressung des Wasserdampfes, also $\mathfrak{A}_1 - \mathfrak{A}_{11}$ die Pressung der Luft allein, so ist

$$\delta = \frac{\mathfrak{A}_1 - \mathfrak{A}_{11}}{\mathfrak{A}_1} + 0{,}6402\,\frac{\mathfrak{A}_{11}}{\mathfrak{A}_1} = 1 - 0{,}3781\,\frac{\mathfrak{A}_{11}}{\mathfrak{A}_1}$$

11) . $\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(273+t) = 353\left(1 - 0{,}3781\,\frac{\mathfrak{A}_{11}}{\mathfrak{A}_1}\right)$

Allgemein können wir schreiben, für permanente Gasarten:

12) $\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(a+t) = C = \frac{a+t}{\mathfrak{V} \cdot \mathfrak{A}} = \frac{273+t}{\mathfrak{V} \cdot \mathfrak{A}} = 353\,\delta$,

worin unter C ein constanter Werth zu verstehen ist, der sich wie vorstehend bestimmen läfst und zwar ist $C = 353 \cdot \delta$, wenn δ das specifische Gewicht der Gasart in Bezug auf atmosphärische Luft ist. Allgemein ist:

12*) . . $C = \frac{a+t_1}{\mathfrak{V}_1 \mathfrak{A}_1} = \frac{\gamma_1}{\mathfrak{A}_1}(a+t_1)$.

a ist ebenfalls ein constanter Werth, welcher für permanente Gasarten gleich 273 ist.

Digitized by Google

§ 4. Permanente Gasarten, gesättigter Dampf (Kesseldampf) und überhitzter Dampf (isolirter Dampf). — Gesetz von de Pambour über das Verhalten des gesättigten Dampfes während der Expansion.

Unter permanenten Gasarten verstehen wir solche, welche innerhalb der betrachteten Veränderungen des Volums, der Spannung und der Temperatur stets dieselbe Gewichtsmenge in Gasform behalten. Im Gegensatz zu denselben stehen die „gesättigten Dämpfe". Das Charakteristische derselben ist, dafs bei verminderter Temperatur stets ein Theil der Gasarten in die tropfbar-flüssige Form übergeht, sich niederschlägt, also aufhört, in Gasform zu existiren. Mit Verminderung der Temperatur verändert sich also auch die Gewichtsmenge des Gasvolums. Wenn man dagegen bei einem gesättigten Dampf die Temperatur erhöht, so folgt derselbe den Gesetzen der permanenten Gasarten, und heifst in diesem Zustande überhitzter oder isolirter Dampf, — vorausgesetzt, dafs sich in demselben Raume nicht tropfbare Flüssigkeit, welche Dampf erzeugen kann, und welche an der Temperaturerhöhung Theil nimmt, befindet: in diesem Falle verdampft die Flüssigkeit, und vermehrt die Gewichtsmenge des in dem Volum enthaltenen Gases. — Dampf, welcher also mit der erzeugenden Flüssigkeit in Zusammenhang ist, oder mit derselben in demselben Raume gemischt ist, ist daher niemals überhitzter Dampf, sondern stets gesättigter Dampf. Da dieser Zustand im Dampfkessel immer stattfindet, so nennen wir den gesättigten Wasserdampf auch Kesseldampf, und solchen Dampf, der mit der Flüssigkeit nicht in Berührung ist, bei welchem also die Möglichkeit vorliegt, den Gesetzen der permanenten Gasarten zu folgen, nennen wir, gleichbedeutend mit überhitztem Dampf, auch isolirten Dampf.

Bei Kesseldampf (gesättigtem Dampf) ist stets für die vorhandene Temperatur sowohl γ als $\mathfrak{A}$, d. h. sowohl die Dichtigkeit als die Spannung, ein Maximum, d. h. es giebt keinen isolirten Dampf, welcher bei derselben Temperatur eine gröfsere Dichtigkeit und Spannung besäfse; — folglich ist auch bei Kesseldampf für die vorhandene Dichtigkeit und Spannung die Temperatur ein Minimum, d. h. es giebt keinen isolirten Dampf, welcher bei derselben Dichtigkeit und Spannung eine geringere Temperatur besäfse.

Ueberhaupt sind Dichtigkeit und Spannung des Kesseldampfes für jede Temperatur desselben bestimmte Werthe, welche, so lange der Dampf gesättigt bleibt, mit der Temperatur wachsen oder abnehmen, und zwar nach bestimmten Gesetzen.

Wenn Kesseldampf expandirt, d. h. wenn ein bestimmtes Volum Kesseldampf in ein gröfseres Volum übergeht, so vermindert sich mit seiner Spannung auch seine Dichtigkeit und seine Temperatur, aber beide Werthe ändern sich nach verschiedenen Gesetzen. Geht also z. B. ein Volum Kesseldampf durch Expansion auf das doppelte Volum über, so müfste nach der Expansion, wenn keine Gewichtsänderung stattgefunden hätte, die Dichtigkeit halb so grofs sein, wie die ursprüngliche; die Temperatur hat aber dabei in solchem Maafse sich vermindert, dafs sie geringer geworden ist, als diejenige, welche dem gesättigten Wasserdampf von der halben Dichtigkeit des ursprünglichen entspricht. Man würde also bei dieser geringeren Temperatur Wasserdampf von einer gröfseren Dichtigkeit erhalten, als diejenige des gesättigten Wasserdampfes von dieser Temperatur. Dies ist nach dem Vorigen unmöglich, folglich mufs für diese neue Temperatur die Dichtigkeit geringer ausfallen, als die Hälfte der ursprünglichen, und daraus folgt, dafs während der Expansion eine Gewichtsverminderung des in Gasform befindlichen Wasserdampfes erfolgt sein müsse, und weiter folgt daraus auch, dafs sich während der Expansion des Kesseldampfes immer ein Theil des Dampfes zu Wasser condensiren mufs, und endlich hieraus wieder folgt, dafs der expandirende Dampf stets ein Gemenge von Dampf und Wasser darstelle, und dies endlich bedingt nach dem Vorstehenden, dafs der gesättigte Wasserdampf während der Expansion stets die Eigenschaften des gesättigten Wasserdampfes behalte. Schon de Pambour hat dieses Gesetz durch Beobachtung des expandirenden Dampfes gefunden, er hat es aber anders zu erklären gesucht. de Pambour nennt das Gesetz das „Prinzip der Erhaltung des Maximums der Dichtigkeit und Spannung während der Expansion".

Das eben angeführte Gesetz gilt zunächst so lange, als man dem expandirenden Kesseldampf von Aufsen her nicht während der Expansion Wärme zuführt. Wenn die Wände des Gefäfses, in welchem die Expansion erfolgt, weder Wärme zu- noch abführen, oder auch, wenn die Wände des Gefäfses während der Expansion eine äufsere Abkühlung erfahren, so bleibt der expandirende Dampf immer Kesseldampf. — Wenn dagegen dem expandirenden Dampf während der Expansion von Aufsen Wärme zugeführt wird, so gilt das obige Gesetz zwar auch noch, aber nur bis zu dem Punkte hin, wo die Zuführung der Wärme gröfser wird, als die Temperaturveränderung während der Expansion. Geschieht dies, so hat man in jedem Augenblick Dampf, der eine höhere Temperatur hat, als die seiner augenblicklichen Dichtigkeit entspricht, folglich überhitzten Dampf, und es findet in diesem Fall keine Condensation während der Expansion statt.

§ 5. Herleitung einer Näherungsformel für den Zusammenhang zwischen Temperatur, Spannung und Dichtigkeit des gesättigten Wasserdampfes.

Da Kesseldampf kein permanentes Gas ist, weil derselbe nach dem vorigen Paragraphen mit der Volumänderung stets eine Gewichtsänderung erfährt, so kann die Gleichung 12

$$\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(a+t)=C$$

nicht ohne Weiteres auf Kesseldampf angewendet werden, und ist im strengen Sinne für Kesseldampf überhaupt nicht anwendbar. Aber man kann versuchen, ob sie wenigstens näherungsweise anwendbar ist.

In Grashof, „Theoretische Maschinenlehre I. § 29," befindet sich eine sehr umfassende Tabelle, welche für gesättigten Wasserdampf die zusammengehörigen Werthe von t und γ für verschiedene Spannungen $\mathfrak{A}$ enthält. Aus dieser Tabelle kann man also zunächst die Werthe $\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}$ berechnen, und indem man sodann für a eine gewisse constante Zahl setzt, kann man den Werth, welchen der Ausdruck $\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(a+t)$ für verschiedene Spannungen $\mathfrak{A}$ annimmt, berechnen. Man wird sich dann überzeugen, ob dieser Werth constant wird, oder, wenn nicht, in welcher Weise er sich ändert und von einem gewissen Durchschnittswerth abweicht. Diese Rechnungen habe ich für verschiedene angenommene Werthe von a durchgeführt. Diejenigen Werthe von a, welche hierbei für

Digitized by Google

eine möglichst grofse Reihe von Spannungen die verhältnifsmäfsig günstigsten Abweichungen von einem Mittelwerthe geben, sind $a = 420$ bis 424. Die folgende Tabelle giebt die Resultate dieser Rechnungen. Es ist dabei als Mittelwerth derjenige Werth angenommen, welcher für $\mathfrak{A} = 1$; $t = 100$; $\gamma = 0{,}6059$ entsteht, d. h. der Werth, welcher $\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(a+t)$ für eine Atmosphäre Spannung annimmt. Dieser Mittelwerth ist:

$$a = 420. \quad C = 315{,}1.$$
$$a = 424. \quad C = 317{,}5.$$

Die Abweichungen der berechneten Werthe von diesem Mittelwerth sind in der Tabelle angegeben, und zwar so, dafs sie des leichten Vergleichs wegen in zwei nebeneinander stehenden Columnen sich befinden.

Tabelle über den Werth $\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(a+t)$ für gesättigten Wasserdampf.

Spannung in Atmosphären $\mathfrak{A}$.	Dichtigkeit γ.	Temperatur t.	$\frac{\gamma}{\mathfrak{A}} - \frac{1}{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$	$a = 420$		$a = 424$		Spannung in Atmosphären $\mathfrak{A}$.
				$\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(420+t)$	Differenz mit 315,1	Differenz mit 317,5	$\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(424+t)$	
0,1	0,0687	46,21	0,6870	320,3	+ 5,2	+ 5,5	323,0	0,1
0,2	0,1326	60,45	0,6630	318,6	+ 3,5	+ 3,7	321,2	0,2
0,4	0,2553	76,25	0,6382	316,7	+ 1,6	+ 1,8	319,3	0,4
0,5	0,3153	81,71	0,6306	316,4	+ 1,3	+ 1,5	318,8	0,5
0,6	0,3743	86,32	0,6239	316,0	+ 0,9	+ 0,9	318,4	0,6
0,7	0,4329	90,32	0,6184	315,6	+ 0,5	+ 0,5	318,0	0,7
1,0	**0,6059**	**100,00**	**0,6059**	**315,1**	**0,0**	**0,0**	**317,5**	**1,0**
2,0	1,1629	120,60	0,5815	314,4	− 0,7	− 0,8	316,7	2,0
3,0	1,7021	133,91	0,5674	314,3	− 0,8	− 0,9	316,6	3,0
4,0	2,2305	144,00	0,5576	314,5	− 0,6	− 0,8	316,7	4,0
5,0	2,7500	152,22	0,5500	314,7	− 0,4	− 0,6	316,9	5,0
6,0	3,2632	159,28	0,5439	315,0	− 0,1	− 0,3	317,2	6,0
7,0	3,7721	165,34	0,5387	315,3	+ 0,2	0,0	317,5	7,0
8,0	4,2775	170,81	0,5343	315,7	+ 0,6	+ 0,3	317,8	8,0
9,0	4,7741	175,77	0,5305	316,1	+ 1,0	+ 0,7	318,2	9,0
10,0	5,2704	180,31	0,5270	316,4	+ 1,3	+ 1,0	318,5	10,0
11,0	5,7636	184,50	0,5240	316,8	+ 1,7	+ 1,3	318,8	11,0
12,0	6,2543	188,41	0,5212	317,1	+ 2,0	+ 1,7	319,2	12,0
13,0	6,7424	192,08	0,5187	317,5	+ 2,4	+ 2,0	319,5	13,0
14,0	7,2283	195,53	0,5163	317,8	+ 2,8	+ 2,3	329,0	14,0

Wenn man die Resultate dieser Tabelle untersucht, so ergiebt sich, dafs der Werth

$$\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(a+t)$$

für gesättigten Wasserdampf in der That nicht constant ist; dafs vielmehr dieser Werth für etwa 3 Atmosphären ein Minimum wird, und von hier ab, sowohl nach den Spannungen hin, die unter 3 Atmosphären liegen, als nach den Spannungen hin, die über 3 Atmosphären liegen, stetig wächst. Je gröfser man den constanten Werth a nimmt, desto langsamer wächst der Werth $\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(a+t)$ nach den über 3 Atmosphären liegenden Spannungen, und um so schneller dagegen nach den unter 3 Atmosphären liegenden Spannungen.

Um nun zu untersuchen, welchen Einfluss die Annahme eines constanten Mittelwerthes anstatt des in der That veränderlichen Werthes auf die Beziehungen zwischen Temperatur und Spannung hat, kann man aus der Gleichung

$$\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(a+t) = C$$

die Temperatur t bestimmen:

$$13) \quad \cdot \quad \cdot \quad t = \frac{C}{\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}} - a = C \cdot \mathfrak{B}\mathfrak{A} - a.$$

Dies ist geschehen, indem für C und a einmal die Werthe 315,1 und 420, und dann die Werthe 317,5 und 424 gesetzt wurden. Die so berechnete Temperatur enthält die folgende Tabelle, zugleich mit den Differenzen gegen die Temperaturwerthe der oben angeführten Grashof'schen Tabelle.

Tabelle über die Temperatur des gesättigten Wasserdampfes:

Spannung in Atmosph.		0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A. Temperatur nach der Grashof-Zeuner'schen Tabelle.		46,21	60,45	76,25	81,71	86,32	90,32	100	120,6	133,91	144,00	152,22	159,28	165,34	170,81	175,77	180,31	184,50	188,41	192,08	195,53
B. N. d. Gleichung $t = 315{,}1 \cdot \frac{\gamma}{\mathfrak{A}} - 420.$	$t =$	−38,7	55,5	73,7	79,7	85,1	89,6	100	121,9	135,8	145,1	152,9	159,3	164,9	169,7	174,0	177,9	181,4	184,6	187,5	190,3
Differenz mit A.		−7,51	−4,95	−2,55	−2,01	−1,32	−0,82	0,00	+1,3	+1,89	+1,1	+0,68	+0,08	−0,44	−1,11	−1,77	−2,41	−3,10	−3,81	−4,58	−5,23
C. N. d. Gleichung $t = \frac{317{,}5}{\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}} - 424.$	$t =$	−38,1	54,9	73,5	79,5	84,9	89,4	100	122,0	135,6	145,4	153,3	159,7	165,4	170,2	174,5	178,5	181,9	185,2	188,1	191,0
Differenz mit A.		−8,11	−5,55	−2,75	−2,21	−1,42	−0,92	0,00	+1,4	+1,69	+1,4	+1,08	+0,48	+0,08	−0,60	−1,27	−1,81	−2,60	−3,21	−3,98	−4,53

Digitized by Google

Man bemerkt, dafs die mit den Constanten $a = 424$ und $C = 317{,}_5$ berechneten Temperaturen bei den hohen Spannungen weniger, bei den sehr geringen Spannungen aber mehr von der wirklichen Temperatur abweichen, als diejenigen, welche mit dem Werthe $a = 420$ und $C = 315{,}_1$ berechnet worden sind. Wenn man eine Ungenauigkeit gestatten will, welche noch nicht 2 Grad Differenz gegen die wirkliche Temperatur betragen darf, und wenn man die Spannungsreihe dabei möglichst weit über und unter eine Atmosphäre ausdehnen will, so ergiebt sich, dafs die mit den Constanten $a = 424$ und $C = 317{,}_5$ berechnete Temperatur-Reihe für Spannungen von 10 Atmosphären bis abwärts zu 0,6 Atmosphären dieser Bedingung entspricht, so dafs man unter dieser Voraussetzung zwischen $0{,}_6$ und 10 Atmosphären für gesättigten Wasserdampf näherungsweise setzen kann:

14) $$\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(424 + t) = 317{,}_5 = \frac{424 + t}{\mathfrak{B} \cdot \mathfrak{A}}.$$

15) $$t = \frac{317{,}_5}{\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}} - 424 = 317{,}_5 \cdot \mathfrak{B} \cdot \mathfrak{A} - 424.$$

Hiernach wird man innerhalb der angegebenen Grenzen die Näherungsformeln 13 und 14 für gesättigten Wasserdampf mit einer für die Praxis hinreichenden Genauigkeit gelten lassen. Jedenfalls geben diese Formeln eine sehr viel gröfsere Annäherung an die Wirklichkeit, als die Gleichung 10, welche man sonst für diesen Zweck benutzt hat (z. B. in „des Ingenieurs Taschenbuch" 9. Aufl. 1872 S. 213; Schmidt, Theorie d. Dampfmaschine S. 32), welche aber nur für überhitzten Dampf gilt. Es mufs einstweilen als ein durchaus zufälliges Zusammentreffen angesehen werden, dafs der passendste Werth für $a = 424$ genau übereinstimmt mit dem calorischen Arbeitswerth des Wassers (§ 6 Gl. 17). In der Zulassung der Gleichung 14 für gesättigten Dampf als Näherungsformel liegt die Voraussetzung, dafs der gesättigte Wasserdampf innerhalb jener Grenzen bei einer mit Temperaturänderung verbundenen Volumänderung seine Gewichtsmenge sehr wenig ändere. Je mehr diese Voraussetzung der Wirklichkeit nahe kommt, desto mehr wird die Gleichung 14 sich der Wahrheit nähern.

§ 6. Grundgesetz der mechanischen Wärmetheorie; calorischer Arbeitswerth (K). — Specifischer calorischer Arbeitswerth ϑ.

Bezeichnet α den Druck einer Atmosphäre in Kilogrammen auf den Quadratmeter, so ist bei $\mathfrak{A}$ Atmosphären Spannung der Gesammtdruck $\alpha \mathfrak{A}$ auf die Flächeneinheit. Wäre das Gas in einem cylindrischen Raume und drückte gegen einen Kolben vom Querschnitt a, so ist $\alpha \cdot \mathfrak{A} \cdot a$ der Druck auf den Kolben. Wenn der Kolben den unendlich kleinen Weg ds zurücklegt, so ist das Element der erzeugten Leistung

$$dL = \alpha \cdot \mathfrak{A} \cdot a \cdot ds,$$

dabei ist offenbar $a \cdot ds$ der Volumzuwachs, welchen der mit Gas erfüllte Raum, d. i. das Volum Gas $\mathfrak{Q}$, dabei erfährt; daher ist $d\mathfrak{Q} = a ds$ und

$$dL = \alpha \cdot \mathfrak{A} \cdot d\mathfrak{Q}.$$

Nach den Gesetzen der mechanischen Wärme-Theorie ist jede durch Ausdehnung eines Körpers verrichtete äufsere Arbeit mit einer Temperaturabnahme verbunden, und umgekehrt, jede auf Compression eines Körpers verwandte äufsere Arbeit bedingt eine Temperaturzunahme, vorausgesetzt, dafs das Gewicht ungeändert bleibt. Diese Temperaturänderung ist proportional der verrichteten Arbeit, hat aber natürlich das entgegengesetzte Vorzeichen, sie ist aber abhängig von der Beschaffenheit des Körpers, welcher seine Temperatur ändert, und steht im umgekehrten Verhältnifs zu der Gewichtsmenge des Körpers, der die entsprechende äufsere Arbeit verrichtet oder aufnimmt. Man kann also schreiben:

$$\mathfrak{K} \cdot dt = -\frac{dL}{G},$$

worin $\mathfrak{K}$ ein Werth ist, welcher von der Beschaffenheit des Körpers abhängig ist, und den wir den „calorischen Arbeitswerth" des Körpers nennen. Setzen wir für dL den vorher ermittelten Werth, so ist

$$-\mathfrak{K} \cdot G \cdot dt = \alpha \cdot \mathfrak{A} \cdot d\mathfrak{Q}.$$

Setzen wir nach Gl. 4 $\mathfrak{Q} = \frac{G}{\gamma}$ oder da $\frac{1}{\gamma} = \mathfrak{B}$, d. i. gleich dem Normal-Volum ist (§ 2), auch $\mathfrak{Q} = \mathfrak{B} \cdot G$, also $d\mathfrak{Q} = d(G\mathfrak{B})$, so entsteht

$$-\mathfrak{K} \cdot G \cdot dt = \alpha \cdot \mathfrak{A} \cdot d(G\mathfrak{B}).$$

Wenn nun die Gewichtsmenge G constant bleibt, wie dies bei permanenten Gasen der Fall ist (§ 4), so hat man für permanente Gase:

15) $$-\mathfrak{K} \cdot dt = \alpha \cdot \mathfrak{A} \cdot d\mathfrak{B} = dL.$$

Ueberhaupt gilt diese Gleichung für alle Körper, deren Gewichtsmenge bei der Temperaturänderung constant bleibt, also auch für Wasser in tropfbar flüfsigem Zustande.

Der Werth $\mathfrak{K}$ ist nicht nothwendigerweise ein constanter Werth; derselbe kann als Funktion von t erscheinen, und sich mit t ändern. Erfahrungsmäfsig ist jedoch diese Aenderung meist so gering, dafs sie entweder nicht darstellbar oder doch vollkommen zu vernachläfsigen ist. In solchem Falle ist $\mathfrak{K}$ als constant zu betrachten, und dann kann man den calorischen Arbeitswerth $\mathfrak{K}$ auch definiren als den Werth der äufsern mechanischen Arbeit, welcher einer Temperaturänderung der Gewichtseinheit um eine Temperatureinheit entspricht. Nennt man den calorischen Arbeitswerth des Wassers $\mathfrak{K}_0$ und setzt man

$$\frac{\mathfrak{K}}{\mathfrak{K}_0} = \vartheta,$$

so ist $\mathfrak{K} = \mathfrak{K}_0 \vartheta$, es entsteht also:

16) $$-\mathfrak{K}_0 \cdot \vartheta \cdot dt = \alpha \cdot \mathfrak{A} \cdot d\mathfrak{B} = -\mathfrak{K} \cdot dt.$$

Das Verhältnifs ϑ wollen wir den specifischen calorischen Arbeitswerth des Körpers im Verhältnifs zum Wasser nennen.

Den reciproken Werth des calorischen Arbeitswerthes, also den Werth

$$\frac{1}{\mathfrak{K}} = \frac{1}{\mathfrak{K}_0} \cdot \frac{1}{\vartheta}$$

nennen wir den „mechanischen Wärmewerth" des Körpers.

Der calorische Arbeitswerth des Wassers wird erfahrungsmäfsig

17) $\mathfrak{K}_0 = 424$ Meter Kilogramme

angenommen.

§ 7. Herleitung des Poissonschen Gesetzes.

Aus der Gleichung 12 folgt:

$$(a + t) = \mathfrak{B} \cdot \mathfrak{A} \cdot C.$$

Dividirt man mit dieser Gleichung in die Gleichung 15, so entsteht:

Digitized by Google

$$-\mathfrak{R}\frac{dt}{a+t}=\frac{\alpha}{C}\cdot\frac{d\mathfrak{B}}{\mathfrak{B}}.$$

$$-\frac{dt}{a+t}=\frac{\alpha}{C\mathfrak{R}}\cdot\frac{d\mathfrak{B}}{\mathfrak{B}}.$$

Integriren wir auf beiden Seiten zwischen den Grenzen t und t^1 und den diesen Temperaturen entsprechenden Werthen von $\mathfrak{B}$ und $\mathfrak{B}_1$, so entsteht:

$$-\Big\{ln(a+t)-ln(a+t_1)=\frac{\alpha}{C\mathfrak{R}}(ln\mathfrak{B}-ln\mathfrak{B}_1)$$

$$ln\left(\frac{a+t_1}{a+t}\right)=\frac{\alpha}{C\mathfrak{R}}ln\frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{B}_1},$$

folglich:

$$\frac{a+t_1}{a+t}=\left(\frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{B}_1}\right)^{\frac{\alpha}{C\mathfrak{R}}}$$

$$18)\quad \mathfrak{B}=\mathfrak{B}_1\left(\frac{a+t_1}{a+t}\right)^{\frac{C\mathfrak{R}}{\alpha}}=\mathfrak{B}_1\left(\frac{a+t_1}{a+t}\right)^{m}$$

wenn wir der Kürze wegen schreiben

$$19)\quad \frac{C\mathfrak{R}}{\alpha}=m.$$

Setzen wir diesen Werth von $\mathfrak{B}$ in die obige Gleichung

$$(a+t)=\mathfrak{B}\cdot\mathfrak{A}\cdot C,$$

so entsteht

$$(a+t)=\mathfrak{A}C\mathfrak{B}_1\left(\frac{a+t_1}{a+t}\right)^{m}$$

und

$$(a+t)^{m+1}=\mathfrak{A}C\mathfrak{B}_1(a+t_1)^{m};$$

nun ist nach Gl. 12ª

$$C=\frac{a+t_1}{\mathfrak{B}_1\mathfrak{A}_1},$$

folglich entsteht:

$$20)\quad \begin{cases}\left(\frac{a+t}{a+t_1}\right)^{m+1}=\frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}_1}\\ \frac{a+t}{a+t_1}=\left(\frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}_1}\right)^{\frac{1}{m+1}}\end{cases}$$

und mit Rücksicht auf Gl. 18

$$\left(\frac{a+t}{a+t_1}\right)^{m}=\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}$$

$$21)\quad \left(\frac{a+t}{a+t_1}\right)=\left(\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}\right)^{\frac{1}{m}}$$

folglich aus Gl. 20 und 21

$$\left(\frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}_1}\right)^{\frac{1}{m+1}}=\left(\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}\right)^{\frac{1}{m}}$$

also

$$22)\quad \begin{cases}\frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}_1}=\left(\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}\right)^{\frac{m+1}{m}}\\ \mathfrak{A}\mathfrak{B}^{\frac{m+1}{m}}=\mathfrak{A}_1\mathfrak{B}_1^{\frac{m+1}{m}}=\left(\frac{a+t_1}{C}\right)^{\frac{m+1}{m}}=\text{Constant.}\end{cases}$$

Diese wichtigen Beziehungen, welche in den Gleichungen 20 bis 22 liegen, sind bekannt unter dem Namen des Poisson'schen Gesetzes. Die Gleichung 22 nennt man die Zustands-Gleichung des Gases; sie enthält das Gesetz, dafs bei den permanenten Gasen das Product aus der Spannung in eine bestimmte Potenz des Volumens constant sei, wenn bei der Volumänderung weder Wärme zu- noch abgeführt wird, so dafs mit der Volumänderung die entsprechende Temperaturänderung verbunden ist. Wenn die Temperatur während der Volumänderung constant erhalten wird, so tritt das Mariotte'sche Gesetz ein (§ 1) und dann ist $\frac{m+1}{m}=1$, also $m=0$.

Setzen wir der Bequemlichkeit wegen:

$$23)\quad \begin{cases}\frac{m+1}{m}=n=1+\frac{1}{m}=1+\frac{\alpha}{C\mathfrak{R}}\ \text{(Gl. 19)}\\ m=\frac{1}{n-1}\\ m+1=\frac{n}{n-1}\\ \frac{1}{m+1}=\frac{n-1}{n}\end{cases}$$

Die Gleichungen des Poissonschen Gesetzes nehmen nun die Form an:

$$24)\quad \begin{cases}\frac{a+t}{a+t_1}=\left(\frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}=\left(\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}\right)^{n-1}\ \text{(Gl. 20 u. 21)}\\ \mathfrak{A}\mathfrak{B}^n=\mathfrak{A}_1\mathfrak{B}_1{}^n=\text{Const. (Gl. 22).}\end{cases}$$

Die letzte Gleichung läfst sich mit Rücksicht auf Gl. 12ª auch schreiben:

$$24^a)\quad \mathfrak{A}\mathfrak{B}^n=\frac{a+t_1}{C}\mathfrak{B}_1{}^{n-1}=C_0$$

Das Poissonsche Gesetz gilt nur unter den Voraussetzungen, unter welchen dasselbe hergeleitet worden ist; und diese sind:

1) dafs während der Volumänderung keine Gewichtsänderung stattfinde, dafs also C constant sei;

2) dafs der calorische Arbeitswerth $\mathfrak{R}$ für alle Temperaturen constant bleibe;

3) dafs während der Volumänderung weder Wärme zugeführt noch abgeführt werde.

Das Poissonsche Gesetz gilt für alle Körper, für welche diese Bedingungen erfüllt werden, gleichviel welchen Aggregatzustand die Körper haben. Für permanente Gase treffen diese Bedingungen erfahrungsmäfsig zu, dagegen treffen die Bedingungen 1 und 2, wie wir in § 4 gesehen haben, für gesättigten Wasserdampf nicht zu. Aber nach den Entwickelungen in § 5 kann man näherungsweise innerhalb der Spannungsreihe von $0{,}_6$ bis 10 Atmosphären, wenn man Temperaturfehler bis höchstens $1{,}_8$ Grad gestatten darf, für C einen constanten Werth annehmen, und es findet sich, dafs innerhalb dieser Reihe auch $\mathfrak{R}$ als constant betrachtet werden kann.

Vorbehaltlich der entsprechenden Bestimmung der Werthe n und C_0 in Gl. 23, 24 und 24ª werden wir also nur innerhalb der Grenzen $0{,}_6$ bis 10 Atmosphären das Poissonsche Gesetz auch für gesättigten Wasserdampf als näherungsweise zutreffend ansehen können.

§ 8. Wärmecapacität — Specifische Wärme. Innere und äufsere Wärmecapacität und specifische Wärme. Der Exponent des Poissonschen Gesetzes ist das Verhältnifs zwischen beiden Werthen.

Um das Poissonsche Gesetz verwenden zu können, ist es nöthig, die constanten Werthe n und C_0 der Gleichungen 24 des vorigen Paragraphen zu bestimmen. Diese Werthe sind für verschiedene Gasarten verschieden. Kennt man den Werth n, so ist C_0 sehr leicht zu finden, wenn man zusammengehörige Werthe von $\mathfrak{B}_1$ und $\mathfrak{A}_1$ oder von $\mathfrak{B}_1$ und t_1 in die Gleichung einsetzt. — Es handelt sich also wesentlich um die Bedeutung und die Bestimmung des

Digitized by Google

Exponenten n in der Poissonschen Gleichung. Hierüber müssen wir in etwas umständlichere Erörterungen eingehen.

Die beiden Grundgleichungen sind:

$$12)\quad \frac{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}{a+t} = \frac{1}{C}$$

$$24^a)\quad \mathfrak{A}\mathfrak{B}^n = C_0.$$

Aus der Gleichung 12 folgt:

$$\mathfrak{A}\mathfrak{B} = \frac{a+t}{C};$$

ändert sich also in dem Zustande eines Gases die Temperatur, so ändert sich im Allgemeinen gleichzeitig Spannung und Normalvolum (Dichtigkeit) — § 2. — Wenn wir daher die Gleichungen differenziren, so entsteht:

$$25)\quad \ldots \quad \mathfrak{A}\cdot d\mathfrak{B} + \mathfrak{B}\cdot d\mathfrak{A} = \frac{dt}{C}$$

$$\frac{\mathfrak{A}\cdot d\mathfrak{B}}{dt} + \frac{\mathfrak{B}\cdot d\mathfrak{A}}{dt} = \frac{1}{C}.$$

Der erste der beiden Werthe links $\frac{\mathfrak{A}\cdot d\mathfrak{B}}{dt}$ giebt das Verhältnifs, in welchem sich die unendlich kleine Aenderung von $\mathfrak{B}$ zur Temperaturänderung vollzieht, während sich die Temperatur um dt ändert, wenn man momentan die Spannung als constant betrachtet, und der zweite Werth $\frac{\mathfrak{B}\cdot d\mathfrak{A}}{dt}$ giebt in gleicher Weise das Verhältnifs der gleichzeitig stattfindenden Spannungsänderung zur Temperaturänderung, wenn man momentan das Volum als ungeändert betrachtet. Man nennt ein solches Verhältnifs die Wärmecapacität des Körpers. Der Werth $\frac{\mathfrak{A}\cdot d\mathfrak{B}}{dt}$ ist proportional dem Product aus der Spannung und der Volumänderung, und somit nach dem vorigen Paragraphen Gl. 25 proportional der äufsern Arbeit, welche das Normalvolum bei der Temperaturänderung dt verrichtet oder aufnimmt. Wir nennen diesen Werth daher die Wärme-Capacität für äufsere Arbeit und bezeichnen ihn mit c_a. Der Werth $\frac{\mathfrak{B}\cdot d\mathfrak{A}}{dt}$ giebt das Verhältnifs der Spannungs- zur Temperaturänderung, ohne dafs dabei äufsere Arbeit verrichtet wird. Bei einer solchen Spannungsänderung wird also lediglich der innere Zustand der Gasart geändert, welche Aenderung wir einer „innern Arbeit" zuschreiben. Wir nennen diesen Werth die Wärmecapacität für innere Arbeit, und bezeichnen denselben mit c_i. Es ist also

$$26)\quad \ldots \quad \begin{cases} c_a = \frac{\mathfrak{A}\cdot d\mathfrak{B}}{dt} \\ c_i = \frac{\mathfrak{B}\cdot d\mathfrak{A}}{dt} \end{cases}$$

Man hat den hier mit c_a bezeichneten Werth gewöhnlich die Wärmecapacität bei constantem Volum, und den mit c_i bezeichneten Werth die Wärmecapacität bei constantem Druck genannt. Diese Bezeichnungen beziehen sich aber nur auf die Art und Weise, wie man bei der Bestimmung dieser Werthe mittelst physikalischen Experiments verfährt, nicht auf die „physikalische Bedeutung" dieser Werthe. Legt man diese letztere zu Grunde, so müfsten die Benennungen geradezu vertauscht werden. Es scheint die Bedeutung der Werthe in Bezug auf ihren physikalischen Sinn aber durch die von mir gewählten Bezeichnungen vollständig dargestellt zu werden, und aus diesem Grunde schien es mir richtiger, die hier gewählte Bezeichnung einzuführen, als die ältere Bezeichnung umzukehren, wodurch Unklarheiten entstanden wären, oder dieselbe beizubehalten, was geradezu dem Sinn ihrer Herleitung widerspricht, denn in der That ist

$$c_a = \frac{\mathfrak{A}\cdot d\mathfrak{B}}{dt}$$

die Wärmecapacität bei constantem Druck, und nicht, wie sie gewöhnlich genannt wird, die Wärmecapacität bei constantem Volum, und $c_i = \frac{\mathfrak{B}\cdot d\mathfrak{A}}{dt}$ ist factisch die Wärmecapacität bei constantem Volum und nicht die Wärmecapacität für constanten Druck, obwohl man bei Ermittelung dieser Werthe so verfährt, dafs man keine äufsere Arbeit verrichten läfst, indem sich das Gas unter constantem Druck bei der Erwärmung frei ausdehnen kann, also nur innere Arbeit verrichtet.

Anstatt der correcten Bezeichnung „Wärmecapacität für äufsere Arbeit" und „für innere Arbeit", kann man auch wohl die abgekürzten Namen „äufsere Wärmecapacität" und „innere Wärmecapacität" brauchen, welche auch noch kürzer sind, als die älteren Bezeichnungen.

Da nach Gleichung 16

$$\mathfrak{R} = \vartheta\mathfrak{R}_0 = -\alpha\frac{\mathfrak{A}\cdot d\mathfrak{B}}{dt},$$

so kann man ohne Rücksicht auf das Vorzeichen auch setzen in absoluter Beziehung:

$$26^a)\quad \ldots \quad \mathfrak{R} = \vartheta\mathfrak{R}_0 = \alpha c_a.$$

Es ist daher der calorische Arbeitswerth eines Körpers in absoluter Beziehung proportional der äufseren Wärmecapacität.

Setzt man aus Gl. 15 den Werth

$$dt = -\frac{\alpha\mathfrak{A}d\mathfrak{B}}{\mathfrak{R}}$$

in die Gleichung 25, so entsteht:

$$\mathfrak{A}\cdot d\mathfrak{B} + \mathfrak{B}\cdot d\mathfrak{A} = -\frac{\alpha\cdot\mathfrak{A}\cdot d\mathfrak{B}}{\mathfrak{R}\cdot C}$$

$$1 + \frac{\mathfrak{B}\cdot d\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}\cdot d\mathfrak{B}} = -\frac{\alpha}{\mathfrak{R}\cdot C}$$

$$27)\quad \ldots \quad 1 + \frac{\alpha}{\mathfrak{R}\cdot C} = -\frac{\mathfrak{B}\cdot d\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}\cdot d\mathfrak{B}} = -\frac{c_i}{c_a}.$$

Es ist aber nach Gl. 23 $1 + \frac{\alpha}{C\cdot\mathfrak{R}} = n$, also

$$27^a)\quad \ldots \quad n = -\frac{\mathfrak{B}\cdot d\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}\cdot d\mathfrak{B}} = -\frac{c_i}{c_a},$$

d. h. der Exponent der Poissonschen Gleichung ist in absoluter Beziehung das Verhältnifs zwischen der innern und äufsern Wärmecapacität eines Körpers.

Aus Gl. 27 folgt:

$$\frac{\alpha}{\mathfrak{R}\cdot C} = -\frac{c_i}{c_a} - 1 = n - 1$$

$$28)\quad \ldots \quad \mathfrak{R} = \frac{\alpha}{C(n-1)}.$$

Nennt man die Wärmecapacität des Wassers c_{aa} und c_{ai} und setzt für irgend einen Körper das Verhältnifs

$$29)\quad \ldots \quad \frac{c_a}{c_{aa}} = c \text{ und } \frac{c_i}{c_{ai}} = c_1,$$

so bezeichnen nun die Werthe c und c_1, die „specifischen Wärmen" des Körpers, und zwar nennen wir c die „specifische Wärme für äufsere Arbeit" oder kurz: die

Digitized by Google

„äufsere specifische Wärme“ und c_1 die „specifische Wärme für innere Arbeit“, kurz: die „innere specifische Wärme“. Es ist natürlich:

$$29^a) \quad \cdot \quad \begin{cases} n = \frac{c_i}{c_a} = \frac{c_1}{c} \\ n - 1 = \frac{c_1 - c}{c} = \frac{\alpha}{\mathfrak{R} C} \text{ (Gl. 28).} \end{cases}$$

Zufolge der Bemerkung bei Gl. 15 ergiebt sich für Wasser:

$$29^b) \quad \begin{cases} \mathfrak{R}_0 = \alpha e_{aa} \\ \vartheta = \frac{\mathfrak{R}}{\mathfrak{R}_0} = \frac{\alpha \cdot e_a}{\alpha \cdot e_{aa}} = e \text{ (Gl. 26}^a\text{)} \\ \mathfrak{R} = e \cdot \mathfrak{R}_0 = \frac{\alpha}{C(n-1)} \text{ (Gl. 28)} \\ \mathfrak{R}_0 = \frac{\alpha}{C} \cdot \frac{1}{(n-1)e} = \frac{\alpha}{C} \cdot \frac{1}{(c_1 - c)} \text{ (Gl. 29}^a\text{)} \\ (c_1 - c) = \frac{\alpha}{C \cdot \mathfrak{R}_0} \end{cases}$$

Diese letzte Gleichung ergiebt, wenn man für α den Atmosphärendruck in Kilogramm für den Quadratmeter (§ 6) setzt,

$$\alpha = 10333$$

(vgl. Grashof, Theoretische Maschinenlehr. I. S. 154 d. Anm.) und ist für permanente Gase (Gl. 12)

$$C = 353 \cdot \delta,$$

wenn δ das specifische Gewicht des Gases in Bezug auf atmosphärische Luft von gleicher Temperatur und Spannung ist. — Endlich ist $\mathfrak{R}_0 = 424$ Meter Kilogrm. (Gl. 17), folglich hat man für permanente Gasarten

$$30) \quad \cdot \quad \begin{cases} \frac{\alpha}{C \cdot \mathfrak{R}_0} = \frac{10333}{\delta \cdot 353 \cdot 424} = \frac{0{,}06904}{\delta} \\ \delta(c_1 - c) = 0{,}06904. \end{cases}$$

Für gesättigten Wasserdampf hat man, so lange man die Beziehung in Gl. 14 gelten lassen kann, d. i. für die Spannungsreihe von $0{,}8$ bis 10 Atmosphären,

$$30^a) \quad \cdot \quad \begin{cases} \frac{\alpha}{C \cdot \mathfrak{R}_0} = \frac{10333}{317{,}8 \cdot 424} = 0{,}076876, \\ (c_1 - c) = 0{,}076876. \end{cases}$$

Die Gleichung 30 giebt das Gesetz:

Die Differenz zwischen der innern und äufsern specifischen Wärme zweier verschiedenen Gasarten ist umgekehrt proportional dem specifischen Gewicht derselben.

Nennt man den Werth $(c_1 - c)$ für atmosphärische Luft $(c_1 - c)_L$ und denjenigen für Kesseldampf $(c_1 - c)_D$, so ist, da für atmosphärische Luft $\delta = 1$ ist,

$$30^b) \quad \cdot \quad \frac{(c_1 - c)_L}{(c_1 - c)_D} = \frac{6904}{7676} = 0{,}8994 = \frac{1}{1{,}1118},$$

d. h. innerhalb der Spannungsreihe von $0{,}8$ bis 10 Atmosphären (§ 5) ist die Differenz zwischen der innern und äufsern specifischen Wärme für gesättigten Dampf näherungsweise $1{,}1118$ mal so grofs, als für atmosphärische Luft.

Endlich folgt noch aus Gl. 29^b:

$$30^c) \quad \mathfrak{R}_0 = \frac{\alpha}{C} \cdot \frac{1}{(c_1 - c)} = \frac{10333}{353\,\delta(c_1 - c)} = \frac{29{,}272}{\delta(c_1 - c)}$$
$$= \frac{29{,}272}{(c_1 - c)_L} = \frac{29{,}272}{(n-1)c} = \frac{29{,}272}{\frac{n-1}{n} \cdot c_1},$$

welche Gleichung ein Mittel giebt, den calorischen Arbeitswerth des Wassers zu berechnen, wenn man für irgend eine Gasart die Differenz $(c_1 - c)$ zwischen der innern und äufsern specifischen Wärme kennt.

§ 9. Methode zur Bestimmung des Exponenten des Poissonschen Gesetzes durch Versuche. — Werth dieses Exponenten für atmosphärische Luft und für überhitzten Wasserdampf.

Der Exponent des Poissonschen Gesetzes

$$n = \frac{c_1}{c}$$

(Gl. 24 u. 29^a) ist nur durch Versuche zu bestimmen; entweder indem man einzeln c_1 und c ermittelt, oder indem man direct den Werth n durch Experiment zu finden sucht.

Es ist nach Gl. 24

$$\frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}_1} = \left(\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}\right)^n = \left(\frac{\gamma}{\gamma_1}\right)^n \text{ (Gl. 6),}$$

folglich

$$n\,[\log \mathfrak{V}_1 - \log \mathfrak{V}] = \log \mathfrak{A} - \log \mathfrak{A}_1$$

$$31) \quad \cdot \quad n = \frac{\log \mathfrak{A} - \log \mathfrak{A}_1}{\log \mathfrak{V}_1 - \log \mathfrak{V}} = \frac{\log \mathfrak{A} - \log \mathfrak{A}_1}{\log \gamma - \log \gamma_1}$$

oder, da nach Gl. 4 sich die absoluten Volumina wie die Normal-Volumina verhalten, weil nach Gl. 4 und 6

$$\frac{\mathfrak{O}_1}{\mathfrak{O}} = \frac{\gamma}{\gamma_1} = \frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}$$

ist, so kann man auch schreiben:

$$31^a) \qquad n = \frac{\log \mathfrak{A} - \log \mathfrak{A}_1}{\log \mathfrak{O}_1 - \log \mathfrak{O}} = \frac{\log \frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}_1}}{\log \frac{\mathfrak{O}_1}{\mathfrak{O}}}$$

Hat man also z. B. ein beliebiges abgeschlossenes Volum $\mathfrak{O}_1$ irgend einer Gasart von der Spannung $\mathfrak{A}_1$ und man dehnt dies Volum plötzlich durch eine äufsere Kraft um ein Bestimmtes aus, oder man comprimirt dasselbe, so, dafs das Volum $\mathfrak{O}$ entsteht, ohne dafs dabei eine Gewichtsänderung oder eine Zuführung oder Abführung von Wärme stattfindet, so wird sich durch diese Operation zugleich die Temperatur und die Spannung ändern. Der Beobachtung der Temperatur bedarf es nicht — dieselbe würde auch mit Schwierigkeiten verbunden sein, weil ein etwa anzubringendes Thermometer nicht schnell genug den Temperaturänderungen folgen würde — wohl aber hat man die Spannungsänderung durch ein anzubringendes empfindliches Manometer zu messen. Ist also, indem aus dem Volum $\mathfrak{O}_1$ das Volum $\mathfrak{O}$ entstand, die Spannung von $\mathfrak{A}_1$ Atmosphären in $\mathfrak{A}$ Atmosphären übergegangen, so hat man die vier Werthe $\mathfrak{O}$, $\mathfrak{O}_1$, $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{A}_1$, durch welche man den Werth n berechnen kann.

Offenbar würde sich das Experiment mit jedem Dampfmaschinen-Cylinder machen lassen, an welchem ein Indicator oder ein Manometer angebracht ist; stellt man z. B. den Kolben auf $\frac{1}{x}$ seines Weges, während der Raum unter dem Kolben mit atmosphärischer Luft gefüllt ist, und berechnet das Volum Luft, welches (mit Rücksicht auf den zu bestimmenden schädlichen Raum) unter dem Kolben befindlich ist, und bringt sodann, beim Abschlufs aller Zugänge (namentlich also auch der Dampfwege) den Kolben auf $\frac{\mathfrak{O}}{x}$ seines Weges, so kann man leicht das nun entstehende Volum berechnen, und indem man vorher und nachher von dem Manometer oder Indicator die Spannungen abliest, hat man die zur Berechnung von n nothwendigen Werthe.

Digitized by Google

Da es hierbei ja nur auf das Verhältnifs $\frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}_1}$ ankommt, nicht auf die Einzelwerthe (Gl. 30ᵃ), so kann man die Spannungen nach jeder beliebigen Maafseinheit (Manometerstände — Wassersäulen — Quecksilbersäulen u. s. w.) ausdrücken.

Für atmosphärische Luft hat sich durch Versuche ergeben, welche freilich nicht auf die hier beschriebene Art, sondern in viel complicirterer Art (Grashof, Theoretische Maschinenlehre Bd. I. § 21) angestellt worden sind,

$$32) \quad \cdots \quad \begin{cases} n = \frac{c_1}{c} = 1{,}41 \\ c_1 = 0{,}2375. \end{cases}$$

Es wird sich hiernach der calorische Arbeitswerth des Wassers aus Gl. 30ᶜ ergeben:

$$\mathfrak{R}_0 = \frac{29{,}272}{\frac{n-1}{n} \cdot c_1} = \frac{29{,}272}{\frac{0{,}41}{1{,}41} \cdot 0{,}2375} = 423{,}9,$$

welches hinreichend genau übereinstimmt mit dem in Gl. 17 angegebenen Werthe, und zur Controlirung der Rechnung und der Versuche dienen kann. Man hat ferner für atmosphärische Luft nach Gl. 24

$$\mathfrak{A}\mathfrak{B}^n = \mathfrak{A}_1\mathfrak{B}_1{}^n = \mathfrak{A}^1\left(\frac{1}{\gamma_1}\right)^n,$$

und daher mit Rücksicht auf die Werthe in § 3 für atmosphärische Luft

$$32ᵃ) \quad \cdot \quad \mathfrak{A}\mathfrak{B}^{1{,}41} = \left(\frac{1}{1{,}2932}\right)^{1{,}41} = 0{,}76859 = C_0.$$

Es folgt ferner für atmosphärische Luft nach Gl. 24

$$\frac{a+t}{a+t_1} = \left(\frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}_1}\right)^{\frac{n-1}{n}} = \left(\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}\right)^{n-1}$$
$$= \left(\frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}_1}\right)^{0{,}2908} = \left(\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}\right)^{0{,}41} = \left(\frac{\gamma}{\gamma_1}\right)^{0{,}41}$$

und mit Rücksicht auf die Werthe des § 3 für $\mathfrak{A}=1$, $t=0$

$$32ᵇ) \quad t = 273\left\{\mathfrak{A}^{0{,}2908} - 1\right\} = 273\left\{0{,}90\left(\frac{1}{\mathfrak{B}}\right) \quad - 1\right\}$$
$$= 273\left\{0{,}90\,\gamma^{0{,}41} - 1\right\}.$$

Für überhitzten Dampf, wenn die Ueberhitzung von 100 Grad aufwärts erfolgt, ist $\delta = 0{,}6402$ (§ 31), $\gamma_1 = 0{,}4059$ (§ 3), und nach Versuchen $c_1 = 0{,}4805$ (Grashof, Theoretische Maschinenlehre S. 109), folglich ist nach Gl. 30

$$c_1 - c = \frac{0{,}06904}{\delta}; \quad c = c_1 - \frac{0{,}06904}{\delta}$$
$$n = \frac{c_1}{c} = \frac{c_1}{c_1 - \frac{0{,}06904}{\delta}} = \frac{1}{1 - \frac{0{,}06904}{c_1\delta}}$$
$$= \frac{1}{1 - \frac{0{,}06904}{0{,}6402 \cdot 0{,}4805}} = \frac{1}{0{,}7756}$$

$$33) \quad \cdots \quad n = 1{,}2893, \text{ (rund } 1{,}29).$$

Es folgt dann wie vorhin für überhitzten Wasserdampf

$$33ᵃ) \quad \begin{cases} \mathfrak{A}\mathfrak{B}^{1{,}29} = \left(\frac{1}{0{,}4059}\right)^{1{,}29} = 1{,}9056 = C_0 \\ \frac{a+t}{a+t_1} = \left(\frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}_1}\right)^{0{,}2248} = \left(\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}\right)^{0{,}29} = \left(\frac{\gamma}{\gamma_1}\right)^{0{,}29} = \frac{273+t}{373} \\ t = 373\,\mathfrak{A}^{0{,}2248} - 273 = 431{,}33\left(\frac{1}{\mathfrak{B}}\right)^{0{,}29} - 273 \\ = 431{,}33\,\gamma^{0{,}29} - 273. \end{cases}$$

Es ist zu bemerken, dafs Grashof in seiner theoretischen Maschinenlehre Bd. I. S. 109 den Werth von $n = 1{,}261$ für „Wasserdampf“ erzielt. Die Verschiedenheit des von uns berechneten Resultates $n = 1{,}2893$ beruht darauf, dafs wir für δ den in § 3 berechneten Werth $0{,}6402$ genommen haben, welcher überhitzten Wasserdampf voraussetzt, der bei 100 Grad gesättigt ist, während der Grashofsche Werth entstanden ist, indem $\delta = 0{,}6228$ gesetzt wurde, welches das specifische Gewicht des überhitzten Wasserdampfes ist, der bei 0 Grad gesättigt ist.

§ 10. Näherungsweise Anwendung des Poissonschen Gesetzes auf Kesseldampf — Bestimmung des Exponenten auf Grund der vorhandenen Tabellen über Spannung und Dichtigkeit. — Näherungsformeln für die Beziehungen zwischen Spannung und Dichtigkeit, und zwischen Spannung und Temperatur des Kesseldampfes.

Es ist im vorigen Paragraphen nachgewiesen worden, in welcher Weise sich der Werth n bei permanenten Gasarten durch Versuche bestimmen lasse, und zwar mit Hilfe der Gleichung 31ᵃ. Hat man andrerseits für eine Gasart für wenigstens zwei verschiedene Spannungen $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{A}_1$ die entsprechenden Dichtigkeiten γ und γ_1 auf irgend eine Weise ermittelt, so ergiebt sich auch n durch die Gl. 31

$$n = \frac{\log \mathfrak{A} - \log \mathfrak{A}_1}{\log \gamma - \log \gamma_1}.$$

Für gesättigten Wasserdampf ist nun freilich n nicht ein constanter Werth, weil die Voraussetzung, dafs bei der Volumänderung keine Gewichtsänderung stattfinde, unter welcher Voraussetzung die Poissonsche Gleichung hergeleitet wurde, für gesättigten Wasserdampf nicht zutrifft (vergl. § 4 und § 7); aber es ist schon in § 7 hervorgehoben, dafs, so lange man für die Spannungsreihe von $0{,}_6$ bis 10 Atmosphären das Gesetz gelten lassen kann, näherungsweise:

$$\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(a+t) = C \ (\S\ 5),$$

auch das Poissonsche Gesetz näherungsweise gelten dürfe. Nun liegen für gesättigten Wasserdampf die bereits bei den Berechnungen des § 5 benutzten Resultate über die Dichtigkeit für verschiedene Spannungen vor. So ist für $\mathfrak{A}_1 = 1$ der Werth $\gamma_1 = 0{,}6059$ und da für $\mathfrak{A} = 7$ die obige Voraussetzung $\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(a+t) = C$ denselben Werth liefert, wie für 1 Atmosphäre (vergl. die Tabelle § 4), so wählen wir diesen Werth von $\mathfrak{A}$ und die zugehörige Dichtigkeit $\gamma = 3{,}7711$ aus, um den Werth für n für gesättigten Wasserdampf für die Spannungsreihe zwischen $0{,}_6$ und 10 Atmosphären näherungsweise zu bestimmen. Es ist dann

$$n = \frac{\log 7 - \log 1}{\log 3{,}7711 - \log 0{,}6059} = \frac{0{,}84510}{0{,}57647 - (0{,}78240 - 1)}$$
$$= \frac{0{,}84510}{0{,}79407}$$

$$34) \quad \cdots \quad n = 1{,}0643.$$

Hiernach würde sich ergeben näherungsweise für gesättigten Wasserdampf innerhalb der Spannungsreihe $0{,}_6$ bis 10 Atmosphären nach Gl. 24:

$$34ᵃ) \quad \cdot \quad \mathfrak{A}\mathfrak{B}^{1{,}0643} = \left(\frac{1}{0{,}6059}\right)^{1{,}0643} = 1{,}7045 = C_0$$

$$\frac{a+t}{a+t_1} = \left(\frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}_1}\right)^{\frac{n-1}{n}} = \left(\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}\right)^{n-1}$$

$$\frac{424+t}{524} = \mathfrak{A}^{0{,}0643} = 1{,}0328\left(\frac{1}{\mathfrak{B}}\right)^{0{,}0643} = 1{,}0328\,\gamma^{0{,}0643}$$

Digitized by Google

34ᵇ) $t = 524\,\mathfrak{A}^{0,0041} - 424 = 541{,}2\left(\frac{1}{\mathfrak{B}}\right)^{0,0041} - 424$
$= 541{,}2\,\gamma^{0,0041} - 424.$

Auch folgt:

$$\mathfrak{B}^{1,0041} = \frac{C_0}{\mathfrak{A}}$$

34ᶜ) $\frac{1}{\mathfrak{B}} = \gamma = \left(\frac{\mathfrak{A}}{C_0}\right)^{\frac{1}{1,0041}} = 0{,}6059\,\mathfrak{A}^{0,9995}.$

Diese Gleichungen geben für die Praxis hinreichend genaue Näherungswerthe innerhalb der Spannungsreihe von $0{,}6$ bis 10 Atmosphären für gesättigten Wasserdampf.

Die Gleichungen 34ᵇ und 34ᶜ geben Beziehungen zwischen Temperatur und Spannung, zwischen Spannung und Dichtigkeit des gesättigten Wasserdampfes mit einer Annäherung an die Richtigkeit, welche durch keine andere (dem Verfasser bekannte) Näherungsformel bei gleicher Einfachheit der Formel und innerhalb so weiter Spannungsgrenzen erreicht wird. Die Constanten dieser Formeln ergeben sich aus der einfachen Annahme, dafs innerhalb der Spannungsreihe von $0{,}6$ bis 10 Atmosphären das Verhalten des gesättigten Wasserdampfes näherungsweise demjenigen der permanenten Gase entspricht, nur mit dem Unterschiede, dafs die Constante $\mathfrak{A}$ nicht 273, sondern 424 beträgt, dafs also der sogenannte „absolute Nullpunkt“ für gesättigte Wasserdämpfe nicht auf — 273, sondern auf — 424 Grad der Celsius'schen Skala angenommen werden müsse. Die übrigen constanten Werthe ergeben sich dann durchaus in einfacher Weise ohne weitere Annahmen und Voraussetzungen, und zwar auf Grund thatsächlicher Resultate, wie dieselben aus der Tabelle über die Verhältnisse des gesättigten Wasserdampfes (Grashof, Theoretische Maschinenlehre I. § 29) entnommen werden können. Die eben erwähnte Tabelle ist auf Grund der Beobachtungen und Berechnungen von Regnault und Zeuner, mit Berichtigungen von Grashof aufgestellt worden, und ihre Angaben sind hier überall als die „wirklichen Werthe“ zu Grunde gelegt worden. Um die Abweichungen der nach meinen Näherungsformeln berechneten Werthe von t und γ von jenen „wirklichen Werthen“ übersehen zu können, habe ich dieselben berechnet und zusammengestellt, wobei zu bemerken ist, dafs ich mich bei diesen Rechnungen nur der fünfstelligen Logarithmen bedient habe.

Tabelle über die Dichtigkeit und die Temperatur des gesättigten Wasserdampfes nach den „wirklichen Werthen“ und nach den aus den Näherungsformeln bezeichneten Werthen.

Spannung in Atmosphären.	Wirkliche Dichtigkeit	Dichtigkeit nach der Formel $\gamma = 0{,}6059\,\mathfrak{A}^{0,9995}$	Differenz.	Wirkliche Temperatur.	Temperatur nach der Formel $t = 524\,\mathfrak{A}^{0,0041} - 424$.	Differenz.	Spannung in Atmosphären.
0,6	0,3743	0,3749	+ 0,0006	86,32	84,08	— 2,24	0,6
0,7	0,4329	0,4334	+ 0,0005	90,32	88,83	— 1,49	0,7
0,8	0,4910	0,4913	+ 0,0003	93,88	92,99	— 0,89	0,8
0,9	0,5486	0,5488	+ 0,0002	97,08	96,68	— 0,40	0,9
1,0	0,6059	0,6059	0,0000	100,00	100,00	0,00	1,0
2,0	1,1629	1,1621	— 0,0008	120,60	122,41	+ 1,81	2,0
3,0	1,7021	1,7010	— 0,0011	133,91	135,95	+ 2,04	3,0
4,0	2,2303	2,2289	— 0,0014	144,00	145,77	+ 1,77	4,0
5,0	2,7500	2,7489	— 0,0011	152,22	153,50	+ 1,28	5,0
6,0	3,2632	3,2624	— 0,0008	159,22	160,04	+ 0,82	6,0
7,0	3,7711	3,7709	— 0,0002	165,34	165,35	0,00	7,0
8,0	4,2745	4,2750	+ 0,0005	170,81	170,14	— 0,67	8,0
9,0	4,7741	4,7753	+ 0,0012	175,77	174,39	— 1,38	9,0
10,0	5,2704	5,2732	+ 0,0028	180,31	178,20	— 2,11	10,0

Man sieht, dafs die Werthe für γ nach der Näherungsformel eine so gute Uebereinstimmung mit den wirklichen Werthen zeigen, dafs wenn man beide Werthe mit den dritten Decimalstellen abrundet, der Unterschied von $0{,}6$ bis 2 Atmosphären, und von 6 bis 8 Atmosphären gleich Null ist, von 3 bis 7 Atmosphären und bei 9 Atmosphären nur eine Einheit der dritten Decimalstelle beträgt, und erst bei 10 Atmosphären auf zwei solche Einheiten steigt. Viel weniger gut ist die Uebereinstimmung der berechneten Temperaturen mit den „wirklichen“ Temperaturen, die Abweichung übersteigt an den Grenzen bei $0{,}6$ und bei 10 Atmosphären den Werth von 2 Graden, um welchen Betrag die Rechnung zu niedrige Werthe liefert. Ueberhaupt werden für Spannungen unter einer und über sieben Atmosphären durch die Näherungsformel zu geringe — für Spannungen zwischen 1 und 7 Atmosphären zu hohe Temperaturen gefunden; die gröfste Differenz der zu hohen Temperaturen liegt bei 3 Atmosphären und erreicht auch hier den Werth von 2 Graden. Die Näherungsformel 34ᵇ

$$t = 524\,\mathfrak{A}^{0,0041} - 424$$

liefert daher weniger gute Resultate, als die Näherungsformel 14

$$t = 317{,}5\,\mathfrak{V}\mathfrak{A} - 424,$$

bei welcher letztern t zugleich vom Normal-Volum und von der Spannung abhängig erscheint, während in Gl. 34ᵇ das Normal-Volum eliminirt worden ist.

Zeuner giebt in einem Aufsatz im „Civil-Ingenieur“ 1867 S. 353 und 354 an, dafs man für gesättigten Wasserdampf mit „überraschender Genauigkeit“ die Gleichung

$$\mathfrak{A}\mathfrak{B} = C_0$$

gelten lassen könne. Diese Gleichung ist entsprechend unserer Gleichung 24ᵃ. Zeuner sagt weiter, dafs nach seinen neusten Rechnungen, wenn man $\mathfrak{A}$ in Atmosphären und $\mathfrak{B}$ in Cubikmetern ausdrückt, angenommen werden müsse, wie folgt:

$$n = \frac{1}{0{,}9893} = 1{,}0646$$
$$C_0 = 1{,}7049.$$

Zeuner giebt dabei nicht an, wie derselbe zu diesen Werthen gekommen sei, es ist aber sehr wahrscheinlich, dafs dies auf eine von dem hier von uns beschrittenen Wege durchaus verschiedene Weise geschehen sei, und es ist daher jedenfalls eine sehr gute Controle, dafs die von uns gefundenen Werthe der Gleichung 34

$$n = 1{,}0643$$
$$C_0 = 1{,}7045$$

bis auf die vierte Decimalstelle mit den Zeunerschen Werthen übereinstimmen.

Zeuner stellt am angeführten Orte auch eine Näherungsformel für die Beziehung zwischen Temperatur und Spannung des gesättigten Wasserdampfes auf. Dieselbe lautet, auf unsere Schreib- und Bezeichnungsweise übertragen:

$$t = 334{,}9\,\mathfrak{A}^{0,0297} + 38{,}11\,\mathfrak{A}^{0,1000} - 273.$$

Eine gleiche Form der Gleichung giebt Grashof in seiner theoretischen Maschinenlehre Band I. S. 206, nur mit etwas andern Constanten, nämlich

35ᵃ) $t = 335{,}24\,\mathfrak{A}^{0,0300} + 37{,}774\,\mathfrak{A}^{0,25} - 273.$

Beide Formeln sind viel complicirter und unbequemer, als die von uns gefundene, sie enthalten 5 constante Werthe,

Digitized by Google

während die unsrige deren nur drei enthält, nämlich:

$$t = 524\,2^{0{,}0004} - 424,$$

dagegen geben sie allerdings die Temperatur mit gröfserer Genauigkeit wieder, und zwar die Formel von Grashof am besten. An den angeführten Orten geben Zeuner und Grashof folgende Resultate ihrer Formel, welche wir mit den Resultaten nach unserer Formel zusammenstellen (vergl. die nachstehende Tabelle):

Spannung in Atmosph.		1.	3.	6.	9.	12.
nach Grashof ber.	$t =$	100,01	135,04	159,86	175,47	187,08
nach Zeuner -	$t =$	99,997	135,141	160,003	175,879	187,342
nach unserer Formel	$t =$	100,00	135,95	160,04	174,39	
wirklicher Werth .	$t =$	100,00	133,91	159,22	175,77	188,41

Die Resultate unserer Näherungsformel unterscheiden sich bei 3 Atmosphären am meisten von denjenigen der Grashofschen und der Zeunerschen Formel, und zwar beträgt dieser Unterschied hier $0{,}_{91}$ Grad gegen die Grashofsche Formel und $0{,}_{869}$ Grad gegen die Zeunersche Formel, um welchen Werth unsere Formel eine höhere Temperatur liefert, als die beiden andern, während alle drei Formeln resp. um $1{,}_{12}$, $1{,}_{231}$ und $2{,}_{04}$ zu hohe Temperatur liefern für 3 Atmosphären Spannung.

Es lassen sich in Bezug auf unsere Formel genau dieselben Worte hier anführen, welche Grashof zu seiner Formel als Bemerkung hinzufügt:

„Durch entsprechende Wahl der Constanten, unabhängig von der Gleichung 34ª — 24 — 20 — 21 und 14 liefse sich die Uebereinstimmung von Gl. 34ᵇ mit dem „wirklichen Werthe“ wesentlich verbessern, doch würde dann eben der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Beziehungen, wodurch die Gleichung 34ª im Vergleich mit anderen solchen empirischen Formeln sich auszeichnet, verloren gehen.“ —

Nach Gleichung 30ª ist für Kesseldampf

$$(c_1 - c) = 0{,}_{07676},$$

nach Gleichung 34

$$n = 1{,}_{0643} = \frac{c_1}{c} \text{ (Gl. 29ª)},$$

folglich ist

$$c_1 = 1{,}_{0643}\,c = 0{,}_{07676} + c$$

$$36) \quad \ldots \quad \begin{cases} c = \frac{0{,}_{07676}}{0{,}_{0643}} = 1{,}_{1938} \\ c_1 = 1{,}_{2768}. \end{cases}$$

Hiernach ergiebt sich, dafs unter der Voraussetzung, dafs innerhalb der Spannungsreihe $0{,}_6$ bis 10 Atmosphären die Beziehung der Gl. 14 zulässig ist, sowohl die innere als die äufsere specifische Wärme des Kesseldampfes gröfser sei, als die specifische Wärme des Wassers.

(Schlufs folgt.)

Ueber Material, Fabrikation und Verschleifs der Eisenbahnschienen.

Vorbemerkungen.

Die deutsche Industrie konnte sich erst mit Einführung des Eisenbahnwesens (1838) in Folge der erleichterten Verkehrsverhältnisse entwickeln. Mit dem Wachsen der Industrie dehnte sich auch das Eisenbahnwesen aus, so dafs beide mit einander in Folge gegenseitiger Wechselwirkung zu der jetzigen hohen Blüthe gelangten.

Entsprechend den anfänglich mäfsigen Verkehrsverhältnissen hatten die ersten zur Verwendung gekommenen Schienen der deutschen Bahnen ein nur geringes Kaliber, etwa 18 Pfund pro laufenden Fufs. Mit dem Wachsen des Verkehrs auf den Eisenbahnen vermehrte sich nicht nur die Anzahl der Achsen, welche über die Schienen rollten, sondern das rollende Material selbst und vorzugsweise die Maschinen mufsten auf den lebhafteren Verkehrswegen leistungsfähiger und deshalb schwerer werden, so dafs in doppelter Hinsicht das Schienengestänge stärker in Anspruch genommen wurde. Diese gröfsere Inanspruchnahme richtete sich sowohl auf die Stabilitätsverhältnisse als auch auf die Dauerhaftigkeit des Schienenmaterials.

Die Stabilitätsverhältnisse sollen die Betriebssicherheit garantiren und mufste in dieser Hinsicht das Kaliber verstärkt und bei einer den angreifenden Kräften entsprechenden Form des Schienenquerschnittes die Masse der Inanspruchnahme entsprechend zweckmäfsig vertheilt werden. Die auf diese Rücksichten verwendeten Bestrebungen dürften ihren Abschlufs gefunden haben, so dafs in Bezug auf die Stabilitäts- und Formverhältnisse der Eisenbahnschienen auf etwas wesentlich Besseres als das bereits Erreichte nicht gerechnet werden kann.

Während die richtig gewählten Stabilitätsverhältnisse die Sicherheit der Schienen gewährleisten, soll der zweite hier berührte Punkt, das Material, welches gleichfalls durch den verstärkten Gebrauch der Schienen im hohen Grade mehr angegriffen wird, so gewählt werden, dafs die Dauerhaftigkeit der Schienen vergröfsert wird. Das zur Verwendung gekommene Material der Eisenbahnschienen berührt daher vorzugsweise den Kostenpunkt.

Wenn man das Millionen umfassende Kapital in Betracht zieht, welches bei der jetzigen Ausdehnung des Eisenbahnnetzes jährlich für Erneuerung abgeschlissener Eisenbahnschienen verausgabt wird, so sollte man meinen, dafs auf die methodische Behandlung der Materialfrage gleicher Fleifs und gleich sorgfältige Untersuchungen sowohl in Vorträgen als wie in Schriften und in statistischen Sammlungen schon längst aufgewendet worden wären. Methodisch ist diese Frage jedoch meines Wissens noch nie behandelt worden, und es fragt sich daher, worin diese auffallende Lücke ihren Grund hat. Methodisch wird meines Erachtens diese Frage nur dann behandelt werden können, wenn die Verarbeitung des Materials zur fertigen Schiene mit der Abnutzung oder dem Verschleifs in Verbindung gebracht und beides zusammen erörtert wird

Das zur Verwendung gekommene Material, die Methode, nach welcher in den Walzwerken die verschiedenen Eisenqualitäten in Stangen oder sogenannten Luppenstäben zu einem Packet, aus dem die Schiene entstehen soll, vereinigt werden, und der weitere Hergang bei der Fabrikation enthält ohne allen Zweifel schon von vorn herein die Vorbedingungen für die, wenn es erlaubt ist mich so auszu-

Digitized by Google

drücken, Species des Verschleifses, welcher sich durch den Gebrauch der Schienen späterhin ergeben wird. Der Schienenverschleifs läfst umgekehrt ebenso auf die Zusammenfügung des Packetes, auf die hierbei zur Verwendung gekommenen Materialien, so wie auf die bei der Fabrikation begangenen Fehler schliefsen.

Um aus den Fehlern eine nutzbringende Lehre für die Zukunft ziehen zu können, ist es nothwendig, dafs die Art und Weise, wie sich der Verschleifs bei den Schienen äufsert, einem sorgfältigen Studium unterzogen wird. Die hierbei gewonnenen Resultate werden für die Dauerhaftigkeit der späteren Schienen um so fruchtbringender sein, je mehr dieselben bei der Entwickelung der Schienenfabrikation beachtet werden.

Die Eisenbahningenieure, denen die Unterhaltung von Bahnstrecken obliegt, haben auf den ihrer Sorgfalt anvertrauten Bahnstrecken die beste Gelegenheit, das Verhalten der Schienen zu beobachten und diese Gelegenheit, welche anderen Technikern in so reichem Maafse nicht geboten ist, sollten dieselben benutzen, den Vergang der Schienen sorgfältig zu prüfen.

Zur Gewinnung wirklich nutzbringender Resultate genügt es nicht, dafs die Zahl der verschlissenen Schienen notirt, die Zeit, welche dieselben im Betriebe überstanden haben, angemerkt, und dafs der Procentsatz für die unbrauchbar gewordenen Schienen zu den betreffenden Lieferungen ermittelt und hiernach ein Vergleich der Leistungen der verschiedenen Fabriken angestellt wird. Diese Ermittelungen, welche allerdings nicht fehlen dürfen, sind rein mechanischer Natur, sie haben zwar den Nutzen, dafs die Leistungen der Fabrikanten unter eine gewisse Controle gestellt werden, und lassen auch den Werth der Fabrikate schätzungsweise erkennen; weitere Aufschlüsse über das Verhalten der Schienen und über die Gründe für den früheren oder späteren Verschleifs werden durch dieselben aber nicht gewonnen.

Bei Beobachtung des Schienengestänges läfst sich leicht erkennen, dafs die Abnutzung der Schienen sich nicht in gleicher Weise vollzieht, dafs sich vielmehr bei derselben eine gewisse Mannigfaltigkeit zeigt, und dafs sich verschiedene Arten des Schienenverschleifses unterscheiden lassen, welche charakteristisch auf die Entstehungsweise der Schienen hindeuten. Bei einer aufmerksamen Beobachtung zeigt sich ferner, dafs den aus denselben Werken originirenden Schienen beim Gebrauch eine ihnen eigenthümliche Verschleifsart anhaftet, welche bei Schienen anderer Werke nicht bemerkt wird, und eben so zeigt sich auch, dafs manche Verschleifsarten mehr oder weniger bei allen Schienenlieferungen hervortreten. Die charakteristischen Verschleifsarten lassen sonach die Fehler erkennen, welche der gewählten Fabrikationsmethode eigenthümlich sind und welche zu beseitigen die Fabrikanten bestrebt sein müssen. Um nun aus den Fehlern zu lernen, ist es nothwendig, dafs dieselben aufmerksam beobachtet, die Ursachen derselben ermittelt und die Resultate dieser Forschungen der Statistik einverleibt werden. Wenn nach bestimmt gegebener Vorschrift jeder Abtheilungsingenieur seine Beobachtungen tabellarisch zusammenträgt, Randskizzen beifügt und, wo es nothwendig erscheint, erläuternde Bemerkungen giebt, wenn diese Notizen auf der Centralstelle derselben Verwaltungen zusammengetragen und mit den Notizen der anderen Abtheilungen sorgfältig verglichen werden, und wenn die hiernach gewonnene Tabelle mit einem erläuternden Text, in welchem die verschiedenen zur Anwendung gekommenen Fabrikationsmethoden und deren Werth, so wie die Leistungen der namentlich aufgeführten Fabrikanten kritisch beleuchtet sind, einer grofsen Sammelstelle zur weiteren Verarbeitung und Veröffentlichung überwiesen werden, so wird hiermit im Laufe der Zeit eine Zusammenstellung gewonnen, welche, in ihrer Totalität frei von Zufälligkeiten und den individuellen Anschauungen einzelner Beobachter, den Werth der zur Verwendung gekommenen Materialien, die Vorzüge und die Fehler der zur Ausführung gekommenen Fabrikationsmethode, die Zulässigkeit oder die Verwerfbarkeit der Zusammensetzung verschiedenartiger Materialien, sowie die Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit der einzelnen Walzwerke mit zwingender Beweiskraft erkennen läfst, und welche ohne allen Zweifel darauf hinwirkt, dafs die Fabrikanten sich bemühen werden, die zur allgemeinen Kenntnifs gelangten Fehler ihrer Fabrikationsweise zu verbessern. Es steht dann auch zu hoffen, dafs die Fabrikanten sich angelegen sein lassen werden, sich mehr, wie bisher geschehen ist, persönlich auf den Strecken nach dem Verhalten ihrer Fabrikate umzusehen, und dafs sich dieselben bemühen werden, in solche Wechselbeziehungen zu den Eisenbahnverwaltungen zu treten, welche die weitere Ausbildung resp. Vervollkommnung der Schienenfabrikation bezwecken.

Diese wechselseitigen Beziehungen zwischen Fabrikanten und Eisenbahningenieuren und der mit ihnen verbundene Austausch der beiderseits gemachten Ermittelungen bestanden bisher nicht allgemein. Nur vereinzelt haben Eisenbahnbautechniker Gelegenheit gehabt, sich auf den Walzwerken umzusehen, und andererseits haben die Fabrikanten nur in seltenen Fällen sich der Mühe unterzogen, das Verhalten ihrer Fabrikate auf den Eisenbahnstrecken selbst zu beobachten. Diesem Mangel an Meinungsaustausch zwischen Producenten und Consumenten dürfte die merkwürdige Lücke zuzuschreiben sein, welche im Eisenbahnwesen in Bezug auf die Behandlung der Materialfrage noch auszufüllen bleibt.

Der nachfolgende Aufsatz ist bestimmt, die Angelegenheit in Anregung zu bringen und das Interesse der betheiligten Fachgenossen und Fabrikanten dieser Frage zuzuwenden.

I. Das Material der Eisenbahnschienen.

Die Eisenbahnschienen werden

1) aus Schmiedeeisen,
2) aus Stahl,
3) aus Schmiedeeisen und Stahl combinirt

gefertigt.

Das Schmiedeeisen, welches bei der Fabrikation der Schienen zur Verwendung kommt, ist entweder reines sehniges Eisen, oder theils sehniges Eisen, theils kurz- oder rothbrüchiges Eisen, und theils Kaltbrucheisen oder statt dessen feinkörnig gepuddeltes Eisen. Die Verbindung der einzelnen Eisenmarken und Eisenstäbe findet entweder in saftiger Schweifshitze oder in trockener oder auch in gemischter Schweifshitze statt, d. h. die Stäbe, aus denen das sogenannte Packet zusammengesetzt ist, bestehen entweder aus frisch gepuddeltem Luppeneisen, oder aus bereits abgeschweifstem Schmiedeeisen, oder sie werden aus einer Combination beider gebildet.

Digitized by Google

Der zur Verwendung gekommene Stahl ist entweder Puddelstahl oder Gufsstahl. Auch der Puddelstahl wird den Schienenpacketen entweder in Form von frischem Luppeneisen oder als bereits abgeschweifstes Material beigefügt.

Dieses Material wird bei der Schienenfabrikation in der Regel combinirt mit sehnigem Eisen verarbeitet und bildet dann in der fertigen Schiene den Kopf — sogenannte Puddelstahl-Kopfschienen —. Es ist jedoch zu bemerken, dafs nicht alle Schienen, welche im Handel unter dem Namen Puddelstahl-Kopfschienen vorkommen, wirklich einen Kopf von Puddelstahl haben. Aus Puddelstahl besteht der Kopf nur dann, wenn das Material desselben härtbar ist.

Wollen sich die Eisenbahnverwaltungen davon überzeugen, ob das unter dem Namen Puddelstahl-Kopfschienen übernommene Material wirklich im Kopf aus Stahl besteht, so ist das Material desselben der Härtungsprobe zu unterziehen. Besteht das untersuchte Material diese Probe nicht, so ist der Kopf nicht aus Stahl, sondern höchstens aus Feinkorneisen gebildet.

Der Gufsstahl ist entweder, wie am häufigsten geschieht, im Bessemerprozefs oder im sogenannten Martinprozefs dargestellt. Tiegelgufs findet bei der Schienenfabrikation seiner Kostbarkeit wegen schwerlich ausgedehnte Verwendung.

Der Gufsstahl kommt bei der Schienenfabrikation in der Regel rein ohne Combination mit heterogenen Materialien zur Verwendung; in der letzteren Zeit, etwa seit dem Jahre 1865, werden jedoch auch Gufsstahl-Kopfschienen fabricirt.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich, dafs bei der Schienenfabrikation die Materialienzusammensetzung sehr mannigfach sein kann, und läfst sich hiernach ermessen, dafs die Güte der Schienen von den zur Fabrikation verwendeten Materialien und der Art und Weise, wie dieselben zu einem ganzen Stück verarbeitet werden, abhängig ist. Da die Vereinigung der einzelnen Eisentheile zu einem festen und ganzen Block zunächst durch das Zusammenschweifsen erreicht wird, so empfiehlt es sich, vor der weiteren Besprechung der Schienenfabrikation Einiges über den Schweifsprozefs vorauszuschicken.

Der Schweifsprozefs.

Der Schweifsprozefs kann gewissermaafsen als ein begonnener Schmelzprozefs bezeichnet werden. — Um Eisen zum Schweifsen zu bringen, sind gleich wie beim Schmelzprozefs Flufsmittel, welche aus kieselhaltigen Verbindungen bestehen müssen, erforderlich.

Saftige Schweifshitze.

Sind diese Flufsmittel in den zu schweifsenden Eisenstücken reichlich vorhanden, so wird das Eisen dem Schmelzprozefs näher geführt und so zu sagen klebriger, und es entsteht dann im Schweifsofen die sogenannte saftige Schweifshitze. Diese ergiebt eine vollkommene Schweifsung der beiden Theile, d. h. eine so innige Verbindung derselben, dafs beim Abschmieden relativ nur ein ungetrenntes Ganzes entsteht.

Trockene Schweifshitze.

Ist eine Armuth an Flufsmitteln vorherrschend oder fehlen dieselben ganz, so ergiebt sich im Schweifsofen die trockene Schweifshitze, d. h. das Eisen ist im Schweifsofen weniger dem Schmelzen nahe gebracht und weniger klebrig geworden, und dieses hat zur Folge, dafs die Schweifsung beider Theile beim Abschmieden unvollkommen wird, d. h. die Verbindung beider Theile ist nach der Schweifsung resp. dem Abschmieden nicht so innig geworden, dafs ein ungetrenntes Ganzes durchweg entstehen konnte. Die Berührungsflächen sind in diesem Falle nicht vollständig in einander übergegangen, haften vielmehr relativ lose aneinander und zeigen Schweifsnähte, welche beim Bruch deutlich erkennbar sind und beim späteren Gebrauch durch wiederholtes und andauerndes Schlagen und Hämmern sich erweitern können, so dafs eine Trennung der zusammengeschweifsten Theile erfolgt.

Schweifsung von Luppeneisen.

Frisch gepuddeltes Luppeneisen hat noch einen reichlichen Gehalt von Flufsmitteln in Form von Schlacke in sich. Wird Luppeneisen der Schweifshitze unterworfen, so entsteht nach obiger Deduction im Ofen die saftige Schweifshitze, durch welche eine relativ vollkommene Schweifsung erzielt wird.

Schweifsung von bereits abgeschweifstem Eisen.

Umgekehrt stellt sich im Schweifsofen eine trockene Schweifshitze heraus, wenn bereits abgeschweifste Eisenstücke von Neuem dem Schweifsprozefs unterworfen werden, weil bereits abgeschweifstes Eisen relativ schlackenfrei, also frei von Flufsmitteln ist. Ganz unvollkommen wird die Schweifsung, wenn das zum Zusammenschweifsen bestimmte Eisen altes mit einer Rosthaut behaftetes Material ist, weil die Rosthaut dem Zusammenschweifsen hinderlich ist. Altes Eisen, z. B. altes Schieneneisen, schweifst besser, wenn es zuvor ausgeglüht, durch die Luppenwalze gezogen und auf diese Weise von dem hindernden Rost befreit wird.

Die Schweifsung von bereits abgeschweifstem Eisen, welches eine oxydfreie Oberfläche hat, kann vervollkommnet werden, wenn die fehlende Schlacke durch zwischengestreute Flufsmittel einigermaafsen ersetzt wird; die vollkommene Schweifsung, welche frisch gepuddeltes Luppeneisen ergiebt, läfst sich jedoch auch dann nicht erreichen.

Gemischte Schweifshitze.

Wird frisch gepuddeltes Luppeneisen mit bereits abgeschweifstem Schmiedeeisen im Ofen dem Schweifsprozefs unterworfen, so erfolgt eine Schweifshitze, welche nicht so saftig ist, wie bei der Zusammenschweifsung von lauter Luppeneisen, aber auch nicht so trocken, wie bei der Vereinigung von lauter bereits abgeschweifstem Eisen. Es entsteht mithin im Ofen eine Schweifshitze, welche etwa die Mitte zwischen saftiger und trockener Schweifshitze hält und welche zur Unterscheidung von jenen beiden die gemischte Schweifshitze genannt werden mag. Diese gemischte Schweifshitze spielt bei der Schienenfabrikation eine fast eben so grofse Rolle, als die saftige Schweifshitze. Ob diese Vereinigung von frischem Luppeneisen mit bereits abgeschweifstem Eisen für die Schienenfabrikation empfehlenswerth ist, oder ob durch diese Vereinigung schon bei dem Auswalzen die Schiene die Ursache für den späteren Vergang empfängt, werden wir weiter unten bei der Besprechung der verschiedenen Fabrikationsmethoden eiserner Schienen sehen.

Schweifsung von Stahl und Eisen.

In Bezug auf die Schweifsung von heterogenem Material, insbesondere von Stahl und Eisen, ist zunächst zu bemer-

Digitized by Google

ken, dafs beide, wie sie an sich verschiedene Körper sind, so auch in ihren physikalischen Eigenschaften von einander abweichen; beide haben nämlich:

1) verschiedene Schweifshitze,
2) verschiedene Längenausdehnung bei gleicher Temperaturdifferenz.

Verschiedene Schweifshitze bei Stahl und Eisen.

Schmiedeeisen und Stahl zeigen in Bezug auf das Schweifsen ähnliche Verschiedenheit wie beim Schmelzprozefs:

Eisen hat, um zum Schweifsen zu gelangen, eine weit höhere Hitze nöthig, als der Stahl. Der Stahl schweifst bei geringerer Hitze und fängt bei der Schweifshitze des Eisens bereits an überhitzt zu werden und zu verbrennen; überhitzter Stahl wird aber leicht brüchig. Die Aufgabe des Schweifsmeisters würde mithin darin bestehen, jedem Material die ihm eigenthümliche Schweifshitze mitzutheilen, und fragt es sich, ob diese Aufgabe gelöst werden kann?

Die Temperatur im Schweifsofen ist keineswegs durchgängig dieselbe. Der Theil des Ofens, welcher vorzugsweise von der Stichflamme durchzogen ist, hat eine höhere Temperatur, als diejenigen Theile, welche der Stichflamme abgekehrt sind. Wird der Theil eines aus Stahl und Eisen bestehenden Schmiedepacketes, welcher das Schmiedeeisen enthält, vorzugsweise der Stichflamme ausgesetzt und die Stahlpartie der Stichflamme abgekehrt und aufserdem, um eine Ueberhitzung fern zu halten, in Sand oder andere isolirende Materialien eingehüllt, und hierbei vorsichtig verfahren, so erhält im Allgemeinen der Stahl eine geringere und das Eisen eine höhere Temperatur. Sollte bei einem solchen Verfahren die Temperatur des Eisens über die Schweifshitze hinausgehen, so wird dieses nichts schaden, da Eisen nicht leicht verbrennt und eine Ueberhitze vertragen kann. Auf die angegebene Weise sucht der Schweifsmeister in der That die verschiedenen Schweifshitzen beider Materialien auszugleichen und wenigstens annäherungsweise jedem Material die erforderliche Hitze mitzutheilen. Dafs derselbe seine Absicht bei diesem Verfahren erreicht, scheint aber sehr zweifelhaft, denn vorzugsweise kommt es darauf an, dafs jedem Material zunächst an den Schweifsflächen die ihm angemessene Schweifshitze mitgetheilt wird; dieses kann jedoch niemals der Fall sein, da sich stets die Schweifsfläche des Stahls mit der des Eisens berühren mufs und aus diesem Grunde beiden immer genau dieselbe Hitze mitgetheilt sein wird. Diese Hitze kann entweder die Schweifshitze des Eisens oder die des Stahls, oder eine Hitze sein, welche in der Mitte zwischen beiden steht. In dem einen Falle fängt der Stahl an zu verbrennen, in dem andern kommt das Eisen nicht ordentlich zum Schweifsen, und im dritten Falle bleibt die Schweifsung gleichfalls mangelhaft, weil alsdann der Stahl schon etwas überhitzt ist, während dem Eisen die erforderliche Hitze noch nicht mitgetheilt war.

Verschiedene Längenausdehnung zwischen Stahl und Eisen bei gleicher Temperaturdifferenz.

Schmiedeeisen (Stabeisen) dehnt sich bei einer Temperaturdifferenz von 100 ° C. um $^1/_{812}$ seiner Länge, ungehärteter Stahl bei derselben Temperaturdifferenz um $^1/_{927}$ und gehärteter Stahl um $^1/_{807}$ seiner Länge aus. Gehärteter Stahl steht daher in Bezug auf die Längenausdehnung dem Schmiedeeisen näher, als ungehärteter Stahl. Bei der Schienenfabrikation hat man es mit ungehärtetem Stahl zu thun.

Bei einem Grad Temperaturdifferenz ist die Verlängerung einer eisernen Schiene von

$$6{,}591^{\,m} \text{ Länge} = {}^{6591}/_{81200}{}^{mm} = 0{,}08117^{\,mm};$$

bei derselben Temperaturdifferenz dehnt sich eine Stahlschiene von gleicher Länge aus um

$${}^{6591}/_{92700} = 0{,}07110^{\,mm}.$$

mithin beträgt in einer aus Stahl und Eisen combinirten Schiene von derselben Länge bei 1 ° Temperaturwechsel die Längendifferenz zwischen dem eisernen Theil (Fufs und Steg) und dem stählernen Theile (Kopf) der Schiene

$$0{,}08117 - 0{,}07110^{\,mm} = 0{,}01007^{\,mm}.$$

Bei einer Temperaturdifferenz von 30 ° ist dieser Unterschied daher $30 \cdot 0{,}01007 = 0{,}3021^{\,mm}$ oder fast $^1/_3{}^{mm}$ und bei einem Temperaturunterschied von 500 ° ergiebt sich eine Längendifferenz von $500 \cdot 0{,}01007 = 5{,}035^{\,mm}$, mithin ziemlich genau $^1/_2$ Centimeter.

Da weder das Eisen noch der Stahl seine physikalischen Eigenschaften verleugnen kann und jedes Material genöthigt ist, in dieser Hinsicht seine ihm eigenthümlichen Eigenschaften zu äufsern, so ergiebt sich, dafs beim Steigen der Temperatur das Eisen sich mehr als der Stahl ausdehnen wird, und umgekehrt wird beim Sinken der Temperatur das Eisen mehr als der Stahl schwinden, und zwar wird diese Verschiedenheit sich um so mehr äufsern, je höher die Temperatur steigt oder je tiefer dieselbe sinkt.

Diese Längendifferenzen, welche sich bei Temperaturänderungen zwischen beiden Materialien ergeben, erzeugen in der Schiene Spannungen und lassen sich ihren Wirkungen nach als eine der Schiene innewohnende Kraft auffassen.

Beständig und stetig wirkt diese Kraft beim Fallen und Steigen der Temperatur von den Enden nach der Mitte und von der Mitte nach den Enden der Schiene alterirend und theilt solcher Weise den sich in der Schweifsfläche berührenden Eisen- und Stahlpartikelchen das Bestreben mit, sich hin und her zu einander zu verschieben. Im Einzelnen sind die Aeufserungen derselben nicht wahrzunehmen; aber die Summen ihrer Wirkungen erkennt man schliefslich am Erfolge, und dieser Erfolg zeigt sich häufig entweder als eine partielle oder als eine totale Trennung beider Materialien.

Diese Kraft fängt schon in demselben Moment an zu wirken, in welchem die Schiene die Walze verlassen hat. Nach dem Verlassen der Walze ist die Schiene mindestens noch rothglühend und kann man die Temperatur derselben in diesem Zustande auf 500 ° C. abschätzen.

Nimmt man an, dafs im Durchschnitt die völlig erkaltete Schiene eine Temperatur von 0 ° C. hat, so mufs der aus Eisen gebildete Fufs und Steg in Bezug auf die Länge mehr geschwunden sein, als der aus Stahl bestehende Kopf. Wie oben ausgerechnet ist, beträgt diese Längendifferenz bei einer Temperaturdifferenz von 500 ° C. $^1/_2{}^{cm}$ an einer $6{,}591^{\,m}$ langen Stahl-Kopfschiene, und demgemäfs müfste der Kopf um diese Differenz nach dem völligen Erkalten länger sein als der Fufs.

Da bei der Stahl-Kopfschiene wegen des verschiedenartigen Materials das Schwinden sich nicht wie bei ganz eisernen Schienen ausgleichen kann, so ergiebt sich, dafs an der Schweifsfläche zwischen Stahl und Eisen beim Erkal-

Digitized by Google

ten eine Verschiebung der sich berührenden Stahl- und Eisenpartikel stattfinden mufs.

Nach dem Erkalten ist eine solche Schiene meistens noch gebogen und mufs deshalb dieselbe unter der Schraubenpresse gerichtet werden; hierbei würde sich eine rückläufige Tendenz zur gegenseitigen Verschiebung der Partikelchen an der Schweifsfläche ergeben.

Unter solchen Umständen ist es sehr möglich, dafs beim Erkalten der Schiene und bei dem darauf erfolgenden Nachrichten derselben an der Schweifsfläche das Material bereits über die Grenze hinaus in Anspruch genommen wird. Erwägt man, dafs bei dem combinirten Material aus den angegebenen Gründen auf eine vollkommene Schweifsung nicht gerechnet werden kann und dafs diese unvollkommene Schweifsung wegen des verschiedenen Schwindens der Stahl- und der Eisenpartie beim Erkalten noch erheblich beeinträchtigt wird, so ergiebt sich als Schlufsfolge, dafs jene eben besprochene zerstörende Kraft schon gleich nach beendetem Walzverfahren wirkt und zwar dann gerade sich am stärksten äufsert.

Die Puddelstahl-Kopfschiene empfängt deshalb schon bei der Fabrikation den Anfang der Zerstörung d. h. den Anfang der Trennung zwischen dem Stahlkopf und dem eisernen Steg. Dafs dieser Anfang der Zerstörung unter dem Einflufs des Temperaturwechsels, welcher bei 30° Differenz, wie wir gesehen haben, an einer $6{,}591^{m}$ langen Schiene zwischen beiden Materialien eine Längendifferenz von $\frac{1}{3}^{mm}$ hervorbringt, und unter der Einwirkung der über die Schienen rollenden Räder beim Gebrauch bis zur völligen oder theilweisen Trennung des Stahls von dem Eisen sich mit der Zeit entwickeln mufs, ist nach dem Vorgetragenen eine Nothwendigkeit, welche sich aus der physikalischen Verschiedenheit beider Materialien ableitet.

Die Verbindung zwischen Stahl und Eisen ist deshalb als eine Mesalliance zu bezeichnen, und es fragt sich, ob die Industrie im Stande sein wird, die nachtheiligen Einflüsse, welche aus der physikalischen Verschiedenheit beider Materialien originiren und sich einer innigen Verbindung widersetzen, auf mechanische Weise zu neutralisiren.

Bei der grofsen Wichtigkeit, welche die Darstellung einer tadellosen Schiene mit hartem Stahlkopf und zähem sehnigen Fufs hat, sind Bestrebungen in dieser Richtung nicht ausgeblieben und sind namentlich Gufsstahl-Kopfschienen selbst in gröfseren Quantitäten gefertigt, bei deren Zusammensetzung die angedeuteten Bestrebungen deutlich zu erkennen sind.

Weiter unten werde ich auf die in dieser Richtung versuchten Methoden zurückkommen.

II. Die Fabrikation der Eisenbahnschienen.

Als die erste Eisenbahnschienen in Deutschland fabricirt wurden, stellte man in den Hohöfen das Roheisen noch mit Holzkohlen unter Anwendung eines kalten Luftstromes dar. In qualitativer Hinsicht wurde auf diese Weise ein vorzügliches, relativ sehr reines Roheisen und aus diesem wieder ein vorzügliches Schmiedeeisen gewonnen. Aus solchem Roheisen wurde das Material zu den ersten Schienen, welche deutsche Walzwerke lieferten, entnommen.

Die alten Münster-Hammer Schienen und die Stuhlschienen, welche auf der ehemaligen Rheinisch-Thüringschen Verbindungsbahn verlegt waren, stammen aus dieser Periode der Eisenindustrie. Das zu diesen Schienen zur Verwendung gekommene Material war ganz vorzüglich. Obgleich diese Schienen nur ein geringes Kaliber hatten, so zeigten dieselben sich dennoch sehr widerstandsfähig, und noch jetzt finden sich auf den Bahnhöfen der Westfälischen Bahn Nebengeleise, welche von diesen Schienen gebildet sind. Wegen der Vorzüglichkeit ihres Materials sind dieselben noch immer beim Verkauf des alten Schieneneisens ein sehr gesuchter Artikel.

Das alte Verfahren war indessen sehr kostspielig und gestattete eine Massenproduction des Roheisens, wie solche jetzt durch Coaksfeuerung unter Anwendung eines heifsen Luftstromes erzielt wird, nicht. Es sind gegenwärtig wohl nur noch wenige Hohöfen für Holzkohle in Betrieb und diese liefern ihr Material nur für feinere Eisenindustrie-Artikel. Zur Schienenfabrikation wird überhaupt kein Holzkohlen-Eisen mehr genommen. Es ergiebt sich hieraus die Thatsache, dafs das Material zur Fabrikation eiserner Schienen im Laufe der Zeit nicht besser, sondern bedeutend schlechter geworden ist. Man kann gegenwärtig schon zufrieden sein, wenn zur Fabrikation frisch gepuddeltes Eisen verwendet wird; dieses ist indessen nicht immer der Fall. Die ausgebauten verschlissenen Eisenbahnschienen werden von den Alteisenhändlern massenhaft aufgekauft und von diesen wieder zum grofsen Theil an die Walzwerke überlassen. Ein Theil von diesem alten Schieneneisen wird auf den Werken zu Handelseisen geringerer Qualität, zu Grubenschienen und anderen groben Formeisen verarbeitet; ein nicht unerheblicher Theil wird jedoch wieder zur Schienenfabrikation verwendet und die aus solchem Material entstandenen neuen Schienen sind die allerschlechtesten. Dieselben sind alle in trockener Schweifshitze entstanden, können in ihrem Gefüge keine innige Verbindung erhalten haben und versprechen deshalb selbst auf mäfsig betriebenen Bahnstrecken nur eine geringe Dauerhaftigkeit.

In früherer Zeit ist es wohl vorgekommen, dafs einzelne Eisenbahnverwaltungen aus ökonomischen Rücksichten die ausgebauten Schienen auf den Hüttenwerken umwalzen liefsen. Diese Eisenbahnverwaltungen werden jedoch hierbei ihre Rechnung aus begreiflichen Gründen nicht gefunden haben, und es wird schwerlich jetzt noch Eisenbahnverwaltungen geben, welche die Gewinnung von neuen Eisenbahnschienen durch Umwalzen des alten verschlissenen Materials für vortheilhaft halten. Die Fabrikanten, welche solche Schienen lieferten, hatten gleichfalls empfindliche Verluste erlitten, weil innerhalb der übernommenen Garantiezeit ein sehr grofser, wenn nicht gar der bei Weitem gröfste Theil der Lieferung in die Werke zurück wanderte, um durch anderes Material vertragsmäfsig ersetzt zu werden. Eine Garantiezeit kann für diese in trockener Schweifshitze entstandenen Schienen von den Werken nicht ertragen werden und aus diesem Grunde werden die Werke nur in solchen Fällen diese Schienen liefern, wenn die Consumenten gegen Bewilligung billiger Kaufpreise auf die Garantiezeit verzichten. Dieser Fall dürfte aber nur noch bei grofsen Generalentreprisen vorkommen.

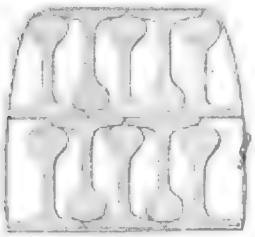
Schmiedeeiserne Schienen.

Das Umwalzen verschlissener Eisenbahnschienen.

Nach einer alten Methode wurden die zum Umwalzen bestimmten verschlissenen Schienen in den Werken, nachdem

Digitized by Google

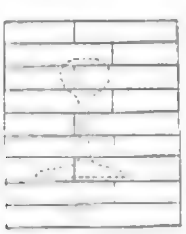
sie in passende, etwa 1^{m} lange Stücke zerlegt waren, zur Bildung des Packets, ähnlich wie auf den Schienenstapelplätzen, in einander geschachtelt. Abgesehen davon, dafs bei dieser Packetirungsweise die Schweifsflächen zum gröfseren Theile nicht in Berührung mit einander standen, war mit diesem Verfahren der Uebelstand verbunden, dafs die Schienenstücke mit altem Rost behaftet in den Schweifsofen gelangten.

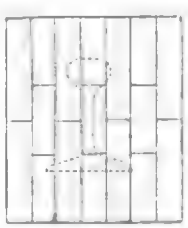


Da nach dieser Methode die Schweifsflächen sich im Packete nicht an einander anschliefsen konnten, die Schweifshitze trocken war und der Rost aufserdem den Schweifsprozefs hinderte, so konnten die einzelnen Theile eines solchen Packets unter dem Hammer nicht zu einem ganzen Stück vereinigt werden, die Schweifsung blieb vielmehr unvollkommen, und wenn auch äufserlich aus der Walze glatte und scheinbar ganze Schienen hervorgingen, so zeigte sich dennoch selbst auf schwach betriebenen Bahnen, dafs den auf solche Weise entstandenen Schienen keine Haltbarkeit innewohnte und dafs dieselben in kurzer Zeit total zerfahren wurden. Es konnte unter solchen Umständen nicht fehlen, dafs diejenigen Werke, welche auf diese Weise fabricirte Schienen geliefert und für ihre Lieferung eine Garantiezeit übernommen hatten, grofse Verluste erlitten. Das Umwalzen verschlissener Eisenbahnschienen wurde aber dennoch nicht aufgegeben und geschieht auch jetzt noch, wenn auch nach einer verbesserten Methode, weil bei dieser Fabrikation der Puddelprozefs gespart und deshalb die auf diese Weise entstandenen Schienen verhältnifsmäfsig billig entäufsert werden können.

Nach dem neuen Verfahren wird auf ein besseres Anliegen der Schweifsflächen und auf ein Beseitigen des alten Rostes dadurch hingewirkt, dafs die Schienenenden, welche das Packet bilden sollen, zuvor ausgeglüht und durch die Flachwalze gezogen werden, wobei die Schienenstücke etwa nebenstehende Querschnittsform annehmen.

Die so gewonnenen Stäbe werden sodann ähnlich wie frische Luppenstäbe entweder in horizontaler oder in vertikaler Schichtung zu dem sogenannten Schienenpacket vereinigt, wie nachstehend skizzirt angegeben ist.





Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dafs die auf solche Weise aus altem Material entstandenen Schienen einen gröfseren Werth erhalten haben, als die vorhin beschriebenen, weil nach der verbesserten Methode im Packet die Schweifsflächen passender auf einander zu liegen kommen und aufserdem das Eisen vom alten Rost befreit wird. Auch die trockene Schweifshitze läfst sich etwas saftiger herstellen, wenn als Flufsmittel zwischen die Fugen Borax gestreut wird. Die Verwendung dieser Schienen ist dennoch nur auf Bahnen zu versuchen, welche einen mäfsigen Betrieb haben. Auf lebhafter befahrenen Strecken können auch diese Schienen nicht von grofser Dauer sein, weil aufser dem bereits angeführten Fehler der mangelhaften Schweifsung noch ein Umstand hinzutritt, welcher den Werth der selbst nach der verbesserten Methode umgewalzten Schienen vermindert. Dieser Umstand beruht darin, dafs bei der Fabrikation der Schienen aus frischem Luppeneisen die Packete in der Regel aus verschiedenen Eisenqualitäten zusammengesetzt werden und deshalb nicht ein und dieselbe gute Eisenqualität enthalten. Der Theil des Packets, aus welchem späterhin der Kopf der Schienen entstehen soll, pflegt das beste Eisen zu enthalten und besteht entweder aus gutem sehnigen Eisen, oder aus grobkörnigem (Kaltbruch-) Eisen, oder aus Feinkorneisen; der Theil des Packetes, aus welchem der Steg geformt wird, besteht, wenigstens sehr häufig, aus rothbrüchigem, mithin schwefelhaltigem Eisen, und der Fufs enthält endlich wieder besseres sehniges Eisen.

Diese verschiedenen Eisensorten lassen sich im Bruch recht gut erkennen. Das gute sehnige Eisen erscheint lang- und feinfaserig mit einem feinen silberähnlichen Glanz, das rothbrüchige oder schwefelhaltige Eisen dagegen kurzbrüchig mit einem schwärzlich grauen matten Anflug; das kaltbrüchige Eisen hat einen groben krystallinischen Bruch mit funkelnden Krystallflächen, und das Feinkorn-Material erscheint im Bruch stahlähnlich.

Das schwefelhaltige oder sogenannte rothbrüchige Eisen läfst sich im Kopf und im Fufs nicht gut verwenden, weil dasselbe wegen seiner Eigenschaft, im rothglühenden Zustande zu reifsen resp. zu brechen, nicht glatt, sondern mit vielen Einrissen an den Kanten versehen aus der Walze hervorgehen würde. Da es im kalten Zustande ein sehr festes Material ist, so kann es, ohne die Güte der Schiene zu vermindern, sehr wohl im Stege Verwendung finden und dieses um so mehr, wenn erwogen wird, dafs nach den von dem Freiherrn v. Weber angestellten Versuchen der Steg in dem jetzt üblichen Schienenprofil eine überschüssige Stärke hat und überhaupt nur wenig in Anspruch genommen wird. Es kann deshalb auch das Verfahren der Fabrikanten, geringere Eisenqualitäten mit zu verwenden, nicht getadelt werden, vorausgesetzt, dafs jeder Eisensorte die richtige Stelle im Packet angewiesen ist, und selbst die Eisenbahnverwaltungen haben Vortheil von diesem Verfahren, weil die nach demselben entstandenen Schienen billiger überlassen werden können, als solche, welche durchweg dieselbe gute Eisenqualität enthalten.

Stellt man sich indessen vor, dafs solche Schienen, nachdem sie verschlissen sind, wieder zum Umwalzen kommen, so ist der Schlufs gerechtfertigt, dafs nunmehr die verschiedenen Eisenqualitäten, welche früher an der richtigen Stelle verwendet waren, ohne System durcheinander gerathen und theilweise solche Stellen im Schienenprofil einnehmen werden, wo ihre Verwendung unvortheilhaft und selbst bedenklich wird, und hierin liegt ein weiterer Grund, weshalb man sich von umgewalzten Schienen, selbst wenn das Umwalzen mit aller Sorgfalt ausgeführt sein sollte, keine grofse Widerstandsfähigkeit versprechen darf.

Digitized by Google

Fabrikation der Eisenbahnschienen aus frisch gepuddeltem Luppeneisen.

Es ist bereits erörtert worden, dafs bei der Fabrikation der eisernen Schienen aus frisch gepuddelten Luppenstäben verschiedene Eisensorten im Packete mit einander combinirt werden und dafs dem Kopf der Schiene entweder sehniges Eisen oder Kaltbrucheisen oder aber Feinkorneisen resp. Puddelstahl gegeben wird; man kann deshalb in dieser Hinsicht Schienen mit sehnigem Kopf, Kaltbruch-Kopfschienen, Feinkorn-Kopf- und Puddelstahl-Kopfschienen unterscheiden.

Schienen mit sehnigem Kopf.

Das gute sehnige Eisen ist bei allen Inanspruchnahmen, welche auf Zug gerichtet sind, ein ganz vorzügliches Material. Gegen directe und vertikale Schläge ist dieses Material weniger widerstandsfähig, zeigt vielmehr Neigung, bei andauerndem und wiederholtem Schlagen und Hämmern, vorzugsweise, wenn diese Wirkungen vertikal zu den Fasern gerichtet sind, sich nach seinen Fäden zu theilen. Dieses Verhalten des sehnigen Schmiedeeisens ist in der geringeren Schweifsbarkeit desselben, in Folge dessen Schweifsfehler leichter vorkommen, begründet.

Das sehnige Schmiedeeisen wird deshalb vortheilhafter im Fufse der Schienen verwendet. Für lebhaft betriebene und von schweren Maschinen befahrene Eisenbahnstrecken erscheinen dagegen Schienen mit sehnigem Kopfe nicht empfehlenswerth.

Schienen mit Kaltbruchkopf.

Das Kaltbrucheisen ist ein phosphorhaltiges Material. Der Phosphorgehalt theilt diesem Eisen ebenso seine guten wie seine bösen Eigenschaften mit.

Die Vorzüge des Kaltbrucheisens bestehen in vorzüglicher Schweifsfähigkeit, grofser Weichheit im glühenden, sowie grofser Härte im kalten Zustande. Wegen der erstgenannten Eigenschaft wird es vielfach als Uebergangs- oder Vermittelungsmaterial zwischen weniger schweifsfähigem Material, z. B. beim Zusammenschweifsen von sehnigem Eisen und Stahl, verwendet. Wegen seiner Weichheit im glühenden Zustande nimmt es willig die Walzeneindrücke an und geht rein und glatt aus der Walze hervor, und wegen seiner Härte ist dasselbe befähigt, Druckwirkungen hartnäckig zu widerstehen. Dieses Material würde somit den besten Eisenqualitäten beizuzählen sein, wenn es nicht die Eigenschaft hätte, im kalten Zustande leichter als andere Eisenarten zu brechen. Wegen dieser Eigenschaft ist das Kaltbrucheisen förmlich in Verruf gekommen, so dafs die Fabrikanten anscheinend Bedenken tragen, dasselbe mit der üblichen Bezeichnung zu benennen, vielmehr vorziehen, dasselbe als Grobkorneisen oder auch wohl bisweilen als Uebergangsmaterial zu bezeichnen. Das Kaltbrucheisen ist indessen weit besser als sein Ruf und kann sogar, wenn es eine seinen vortheilhaften Eigenschaften entsprechende Verwendung findet, ein vorzügliches Material genannt werden. Wegen seiner Härte eignet es sich sehr gut für den Kopf der Schiene. In diesem verwendet, schleift es sich regelmäfsig ab, in der Regel, ohne Stauchbärte an den Schienenbacken zu hinterlassen. Da es besser als jedes andere Material schweifst, kommen Schweifsfehler bei übrigens guter Behandlung im Schweifsofen resp. unter dem Hammer weniger leicht als bei jeder anderen Eisensorte vor und mithin sind auch die Folgen der Schweifsfehler (Abspringen der Seitenbacken, Spalten des Kopfes, Brüche, theilweises oder ganzes Abspringen des Kopfes, oder Abblättern der oberen Kopftheile) beim Kaltbrucheisen seltener als bei jeder anderen Eisensorte. Die Kaltbruch-Kopfschiene gewährt wegen der Härte ihres Kopfes fast die Vortheile der Stahl-Kopfschienen und hat vor diesen den Vorzug, dafs der Kopf vorzüglich mit dem Stege verschweifst ist, während bei den Stahl-Kopfschienen eine innige Verschweifsung des Stahlkopfes mit dem eisernen Stege, wie oben ausgeführt, nicht möglich ist. Die Kaltbruch-Kopfschiene eignet sich daher recht gut selbst für lebhafter betriebene Eisenbahnstrecken. Da dieses Material zu den billigen Eisensorten gehört, so lassen sich zu soliden Preisen Kaltbruch-Kopfschienen herstellen.

Auf der Westfälischen Bahn sind vor Jahren Kaltbruch-Kopfschienen für einen grofsen Theil der Strecke Altenbeken-Holzminden in starken Gefällverhältnissen verlegt worden. Die Fabrikanten Funke und Elbers zu Hagen, aus deren Walzwerken diese Schienen hervorgegangen waren, hatten eine Garantiezeit von drei Jahren übernommen und diese Schienen hatten nach deren Ablauf einen sehr geringen Ausfall ergeben und sich mithin auf dieser lebhaften Verkehrsstrecke sehr gut bewährt. Auch für die Strecke Aachen-Düsseldorf der Bergisch-Märkischen Bahn sind im Jahre 1865 solche Schienen von denselben Fabrikanten geliefert und sollen auch diese Schienen den Erwartungen entsprochen haben. Wegen der Vortheile, welche diese Schienen versprechen, kann den Eisenbahnverwaltungen empfohlen werden, dergleichen wenigstens versuchsweise

1) auf den Bahnstrecken vor den Bahnhöfen,
2) auf horizontalen Strecken,
3) auf Gefällstrecken, und
4) in Curven

zu verlegen und über die hierbei gewonnenen Resultate unter Angabe der Bezugsquellen einen gegenseitigen Meinungsaustausch eintreten zu lassen. Es würde sich sodann herausstellen, ob und eventuell unter welchen Verhältnissen die Verwendung der Kaltbruch-Kopfschienen für Locomotivbahnen zu empfehlen sind.

Feinkorn-Kopfschienen und Puddelstahl-Kopfschienen.

Das Feinkorneisen kann nur aus den guten Roheisenmarken gewonnen werden; dasselbe ist kohlenstoffhaltig und kommt deswegen dem Puddelstahl sehr nahe, ohne jedoch die Eigenschaft der Härtbarkeit zu besitzen; ein etwas gröfserer Kohlenstoffgehalt würde das Feinkorneisen in Stahl überführen und demselben mithin die Eigenschaft der Härtbarkeit mittheilen. Im Bruch ist dieses Material schwer von Puddelstahl zu unterscheiden; bei Lieferungen empfiehlt es sich deshalb, zur Erkennung des Materials die Härteprobe anzuwenden. Das Feinkorneisen schweifst mit sehnigem Eisen weniger gut als das phosphorhaltige Eisen und hat mit dem Puddelstahl den Uebelstand gemein, dafs beim Puddelprozefs in demselben leicht Blasenbildungen entstehen, und diese haben sowohl in der Feinkorn-Kopf- wie auch in der Puddelstahl-Kopfschiene beim Gebrauch die sogenannten Druckflecken zur Folge. Da das Feinkorneisen gleich wie Stahl im Schweifsofen leicht überhitzt wird, so sind beim

Digitized by Google

Zusammenschweifsen dieses Materials mit sehnigem Eisen ähnliche Schwierigkeiten zu überwinden, wie beim Zusammenschweifsen von Stahl und gewöhnlichem sehnigen Schmiedeeisen. (Schlufs folgt.)

Die Herstellung der Domkirche in Limburg an der Lahn.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 9 bis 17 im Atlas.)

Bereits im Beginn des Jahres 1869 hatte der Herr Bischof und das Domcapitel zu Limburg eine bauliche Umänderung des Innern der Kirche in Anregung gebracht, weil letztere, die früher lediglich als Stiftskirche gedient, seit geraumer Zeit aber als Pfarrkirche benutzt wurde, bei dem immer gröfseren Wachsthum der Gemeinde dem räumlichen Bedürfnisse nicht mehr entsprach. — Gleichzeitig hiermit hatten verschiedene bauliche Untersuchungen des altehrwürdigen Bauwerks die Nothwendigkeit gröfserer Reparaturen ergeben und es lag daher nahe, bei dieser Gelegenheit eine vollständige stylgerechte Herstellung der Kirche in Aussicht zu nehmen, da dieselbe im Laufe der Zeit mannichfach verändert und dadurch in ihrer ursprünglichen architektonischen Schönheit beeinträchtigt worden war.

Zu einem solchen Unternehmen gehörte selbstverständlich in erster Linie eine genaue Aufnahme des ganzen Bauwerks, wonach erst der Restaurationsentwurf ausgearbeitet werden konnte, und es handelte sich, nachdem der Herr Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten gern seine Bereitwilligkeit erklärt hatte, einer würdigen Herstellung der Kirche näher zu treten und zur Aufnahme des Doms und Aufstellung eines Restaurations-Entwurfs die erforderlichen Mittel zu bewilligen, zunächst darum, eine geeignete architektonische Kraft zu finden, welche dieser so überaus dankbaren Aufgabe auch gewachsen war. — Für den vorliegenden Zweck konnte es daher nur als eine glückliche Fügung betrachtet werden, dafs der Baumeister Herr Hubert Stier in Berlin die Anfertigung dieser Vorarbeiten übernahm, und die von ihm bewirkten Aufnahmen und die ebenso meisterhaft gedachten als gezeichneten Restaurations-Entwürfe haben die Anerkennung aller Fachgenossen gefunden, welche dieselben zu sehen Gelegenheit hatten. Sie sind zum gröfsten Theile unverändert dieser Mittheilung zu Grunde gelegt worden.

Es dürfte von Interesse sein, hier gleich die Art und Weise zu berühren, in welcher bei der Aufnahme auf Veranlassung des Verfassers dieser Mittheilung vorgegangen wurde, um ein möglichst getreues Bild von dem vorgefundenen Zustande und der beabsichtigten Herstellung zu erhalten.

Nachdem die Aufnahmen des Gebäudes in allen Theilen vollendet und in grofsem Maafsstabe in scharfen Bleilinien aufgetragen waren, wurden von diesen Blättern Oelpausen genommen, auf starkem Papier aufgezogen und nunmehr erst fertiggestellt, wodurch sich eine klare Darstellung des vorgefundenen Zustandes ergab. — In allen diesen Zeichnungen wurden die verwitterten und zerstörten Theile, welche durch neue ersetzt werden sollten, mit hellrother Farbe angelegt, theilweise auch mit Schrift angedeutet, während in den Original-Zeichnungen die zu beseitigenden Bautheile ausgelöscht und das eigentliche Restaurationsproject eingezeichnet wurde, nachdem zu letzterem noch besondere Detailzeichnungen in gröfserem Maafsstabe gefertigt waren. Hierdurch war aber nicht allein eine vollständige Uebersicht der vorzunehmenden Aenderungen erreicht, sondern auch eine grofse Erleichterung für die eigentliche Bauausführung geschaffen, für welche die unzähligen kleinen Herstellungen, insbesondere bei den Steinmetzarbeiten, klar vor Augen lagen.

Die Kostenberechnung sämmtlicher Arbeiten ist in verschiedene Anschläge zerlegt worden, theils um eine leichtere Uebersicht der Kosten zu gewinnen, theils auch deshalb, um die Ausführung, welche die Zeit mehrerer Jahre umfafst und womit seit dem Frühjahre des vergangenen Jahres kräftig begonnen worden ist, nach und nach bewirken und in gleicher Weise abwickeln zu können.

Für die letztere ist der Bauführer Herr Augener gewonnen worden, welcher die dazu erforderliche künstlerische Befähigung in jeder Weise besitzt und dessen Gefälligkeit ich einzelne Skizzen verdanke, welche, auf den Holzstock gezeichnet, dieser Mittheilung beigefügt worden sind.

Geschichte und Stylistik der Kirche.

Die geschichtlichen Urkunden über die Erbauung der Stiftskirche zu Limburg, welche dem heiligen Georg geweiht ist, sind überaus dürftig und lange Zeit wurde in Folge einer Stiftungsurkunde des Kaisers Ludwig vom Jahre 909 dieser Zeitpunkt als der Beginn des jetzigen Baues angenommen. So C. D. Vogel in seiner Beschreibung des Herzogthums Nassau, der die Erbauung der jetzigen Kirche zwischen 910 und 940 verlegt. — Ein Blick auf die Bauformen des Doms weist das Irrthümliche dieser Annahme sofort schlagend nach, was auch bereits durch Moller erkannt und in seinen Denkmälern deutscher Baukunst, worin die Domkirche in Limburg enthalten ist, näher mitgetheilt wurde.

Dagegen hat Dr. Busch in seinen Bemerkungen über die Domkirche zu Limburg nachgewiesen, dafs lange vor dieser Zeit bereits eine Kirche in Limburg gestanden hat, welche dem heiligen Georg errichtet war und durch den Erzbischof Hetto von Trier, der den erzbischöflichen Stuhl daselbst vom Jahre 814 bis 847 inne hatte, und zu dessen Diözese Limburg gehörte, geweiht worden ist. — In dem Nekrologium der St. Castorkirche zu Coblenz findet sich nämlich die für Limburg wichtige Stelle: „27 Mai. G. Juili Mr. Obiit Hetto archiepiscopus Trev., qui consecravit ecclesias St. Castoris, St. Georgii in Limpurc et St. Brati—“

Es wird nun von dem vorerwähnten fleifsigen Forscher die Vermuthung aufgestellt, dafs diese erste Kirche von dem Gaugrafen Gebhard in Weilburg an der Lahn, dem Gründer der Collegiatstifte in Kettenbach 845 und in Gemünden 879, der die auf den Trümmern eines Römercastells errichtete Burg Lintburc [1]) besafs, in der unmittel-

1) Der Name Lintburc ist fränkisch und rührt von dem am Fufse der Burg in die Lahn mündenden Bach — Linter — her.

Digitized by Google

barsten Nähe derselben erbaut worden ist, eine Annahme, die sehr viel Wahrscheinliches hat, wenn man die Situation der Kirche und des Schlosses in Erwägung zieht, worauf wir später zurückkommen werden.

Die zweite Kirche, von welcher die Stiftungsurkunde vom Jahre 909 datirt, wird jedenfalls auf derselben Stelle erbaut gewesen sein. Sie wurde von dem Gaugrafen Conrad, mit dem Beinamen Kurzibold (Curcipold), welcher, nachdem schon früher die Besitzungen der Grafen des Niederlahngaues in Weilburg, in Folge der Empörung Eberhard's gegen Kaiser Otto I., als Reichsgüter eingezogen waren, diesem in der Herrschaft folgte, und der zu den vertrautesten Räthen des Kaisers Otto I. gehörte, errichtet. — Diese zweite Kirche muſs bis zum Jahre 919 bereits vollendet gewesen sein, weil um diese Zeit darin die Leichenfeier Kaisers Conrad I. des Saliers, welcher in der Lahngegend starb, gehalten worden ist.

Graf Conrad aber gründete neben dieser Kirche ein Collegiatstift und dotirte es reichlich mit Besitzungen. Er wurde dann auch in der Stiftskirche begraben und ihm als Wohlthäter der Kirche, wahrscheinlich jedoch erst später, ein Denkmal errichtet, welches in der jetzigen Kirche noch erhalten ist. Es befindet sich im nördlichen Querschiffe, wohin es erst 1777 von seiner ursprünglichen Stellung vor dem Hochaltare über dem Grabe des Stifters versetzt worden ist. — Als Ueberreste dieser zweiten Kirche dürften ein kleines an der Südseite der jetzigen Kirche eingemauertes Doppelfenster, einige mit frühromanischen Ornamenten versehene Deckplatten der Bank in dem Chorraum und endlich zwei neben der jetzigen Kirchhofsthüre eingemauerte Statuen herrühren.

Ueber die Erbauung der jetzigen dritten Kirche fehlen die Nachrichten fast gänzlich, indessen darf man annehmen, daſs der Bau nicht später als in den letzten Jahrzehnten des zwölften Jahrhunderts begonnen worden ist, weil der Hochaltar der neuen Stiftskirche durch den Erzbischof von Trier, Theodorich von Wied, im Jahre 1235 geweiht worden ist.

Im Jahre 1776 wurde nämlich der mit einem Ciborium überdeckte Hauptaltar der Kirche, dessen Baldachin auf vier Säulen ruhte, mit Genehmigung des Erzbischofes von Trier abgebrochen und der Altarstein geöffnet. Man fand darin ein bleiernes Reliquienkästchen, in der Form des heiligen Grabes zu Jerusalem, welches mit dem bischöflichen Siegel verschlossen war. Die Inschrift des letzteren war zum Theil zerstört und lautete: „. . . . . um Archiepiscopus. —“ Die Vergleichung mit dem wohlerhaltenen Siegel eines anderen Reliquienkästchens, dessen Inschrift lautete: „Theodoricus Dei gratia Trevirorum Archiepiscopus.“ ergab aber die vorerwähnte Thatsache, da Theodorich von Wied den erzbischöflichen Stuhl von Trier vom Jahre 1212 bis 1242 inne hatte und man ferner weifs, daſs der Altar des heiligen Nicolaus im Jahre 1235 aus der Pfarrkirche zu Limburg in die Stiftskirche daselbst übergeführt wurde, nachdem der Probst des Stifts, welchem das Patronatsrecht zustand, die Kirche mit ihren Gefällen dem Capitel abgetreten hatte.

Das gedachte Reliquienkästchen trägt aber die Inschrift:

„Amplus in angusta jacet hic thesaurus in arcu,
Copia Sanctarum quam maxima reliquiarum,
Qua Comes Henricus Structurae conditor hujus
Largus larga sui cumulavit munera templi.
Haec Domini testes concordant pace fideles,
Per quos virtutis pax et medicina salutis
Exuberat pura lotis baptismatis unda. —“

Hiernach ist also mit groſser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daſs ein Graf Heinrich die dritte Kirche erbaut hat, da die Worte: „Structurae conditor hujus“ doch wohl schwerlich auf den Altar bezogen werden dürften. Nach den werthvollen Mittheilungen des Ober-Schulrath Schwartz in den Annalen des Vereins für nassauische Alterthumskunde und Geschichtsforschung vom Jahre 1868 ist anzunehmen, daſs der Graf Heinrich I. von Isenburg, zu dessen Herrschaft Limburg damals gehörte, die dritte Stiftskirche erbaut habe.

Wie bei den meisten mittelalterlichen Baudenkmälern, so wissen wir auch hier nichts von dem eigentlichen Baumeister der Kirche.

Nach Moller sollen zwei Figuren, welche sich an den Archivolten des Hauptportales, wo dieselben auf die Kämpfer ansetzen, und von denen sich die eine, in mittelalterlicher Tracht, auf einen Stab stützt, den Meister und die personificirte Wissenschaft darstellen, eine Ansicht, die der Ober-Schulrath Schwartz nur für die Figur, welche als Portrait des Meisters gilt, theilt, die andere Figur dagegen mit Recht für eine männliche erklärt, und sie für den Erbauer der Kirche, den Grafen Heinrich von Isenburg hält. — Wir möchten gegen die letzte Annahme des verdienten Forschers insofern Bedenken erheben, als es nicht wahrscheinlich sein dürfte, daſs sich der Meister die gleiche Stelle wie dem Fundator der Kirche, wenn auch links von dem letzteren, gegeben habe, besonders wenn man die groſse Verschiedenheit des Standes erwägt, die im Mittelalter wohl noch eine wichtigere Rolle als in der jetzigen Zeit spielte.[1]) Wie dem aber auch sein möge, in seinem Werke hat der wackere Meister sich verewigt und Mechtelius[2]) sagt mit Recht von ihm:

„Des Bauw-Meisters Name ist ohn bekannt,
Man findet seines gleichen nit in dem Landt.“ u. s. w.

Die ganze künstlerische Conception des Bauwerkes, der Rhythmus seiner Linien und der einheitliche Gedanke, welcher durch die Kirche durchgeht, weist mit Wahrscheinlichkeit darauf hin, daſs der Bau nicht nur nach einem einheitlichen Plane entstanden, sondern daſs auch die Ausführung ohne Unterbrechung erfolgte und beendet worden ist. Erwägt man den Umfang des Bauwerks und die geringen Hilfsmittel, welche der Technik in der damaligen Zeit zu Gebote standen, so wird man die Bauzeit immer viel länger bemessen können, als dieses heut zu Tage der Fall ist, und diesem Umstande wird man es auch zunächst zuschreiben müssen, wenn trotz jenes einheitlichen Planes, wodurch sich der Limburger Dom so vortheilhaft auszeichnet, in demsel-

1) An der Kanzel im Stephansdom zu Wien, an den Chorstühlen Syrlin's in der Domkirche zu Ulm, am Grabmale des heiligen Sebaldus in der Kirche gleichen Namens zu Nürnberg findet man das Portrait des Meisters, nirgends aber das des Fundators. Wo solche vorkommen, sieht man sie in der Regel allein und in knieender Stellung, dann aber nicht den Meister.

2) Siehe Dr. Busch, Bemerkungen über das Alter der Domkirche in Limburg.

Digitized by Google

ben die Entwickelung des Styles und insbesondere der Ornamentik sehr wohl zu erkennen ist.

Wie für den ganzen Rheinstrom, so war auch in dem Lahnthale der romanische Baustyl für Kirchenbauten der allgemein übliche noch in der damaligen Zeit, und nicht leicht möchte man auf einem engeren Gebiete eine solche Fülle von Beispielen finden, welche die Frühzeit dieses Baustyls bis zu seiner reichsten Entwickelung und seinem Aufgehen in den Uebergangsstyl nachweisen, wie gerade am Rheine. Als gleichzeitig mit dem Limburger Dome darf man die zwischen Nassau und Diez auf einem Felsen, der sich in einem engen Thale erhebt, einsam thronende Abteikirche Arnstein betrachten, die von vier Thürmen flankirt wird und, so viel bekannt ist, erst nach dem Jahre 1230 erbaut worden sein soll.

Ein älteres Beispiel dieses Baustyls im Lahnthale findet man ferner in der nächsten Nähe von Limburg, in der malerisch gelegenen Kirche zu Dietkirchen, von welcher Fig. 1 eine Anschauung giebt.

Fig. 1. Dietkirchen.

Wie diese Kirche eine der früheren der Stylepoche ist, so darf die Limburger Domkirche als eins der letzten und reichsten Baudenkmäler derselben, oder besser gesagt, des Uebergangsstyles betrachtet werden, und mannichfach sind schon darin die Anklänge an den sich in der Vorbereitung befindenden gothischen Styl, dessen frühesten Formen wir bei weiterer Betrachtung der Kirche mehrfach begegnen werden. Eine aufmerksame Untersuchung stellt nun zunächst die interessante Thatsache fest, dafs der Limburger Dom, entgegen dem gebräuchlichen Herkommen, statt von der Ostseite, von der Westseite aus begonnen worden ist; denn man erkennt sowohl in den Pfeilern und Gewölben unter der Orgelempore, als auch in den Mauern des südlichen und nördlichen Seitenschiffes bis zum ersten Gurtbogen, beide in der Höhe der Emporen, leicht die ältesten Theile, und zwar einerseits durch die hier zur Anwendung gekommenen Rundbögen, wie besonders durch das Profil der Deckplatte der Säulencapitelle, welches streng romanisch ist, wie denn auch

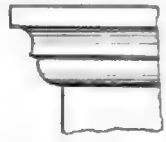


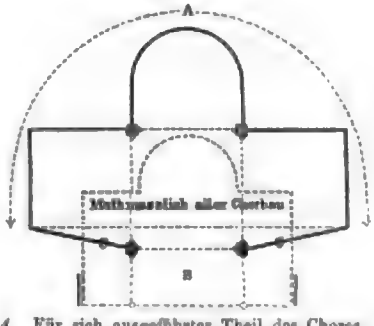
Fig 2. Im Schiff.

Fig 3. Im Chor.

die Capitelle selbst hier ausschliefslich das romanische Blattwerk enthalten. (Fig. 2 u. 3.)

Diese feinen Unterschiede in der Stylistik verschwinden fast gänzlich bei dem übrigen Theile des Langhauses und des Chores, dagegen tritt ein anderer merkwürdiger Umstand ein, welcher die vorstehende Annahme, dafs der Bau des Domes mit der Westseite begonnen habe, unterstützen dürfte. Nachdem nämlich das Langhaus mit zwei mächtigen Gewölbejochen des Mittelschiffs und vier Kreuzgewölben der Seitenschiffe ziemlich regelmäfsig ausgeführt worden, ist der Anschlufs desselben an die Querschiffe ganz unregelmäfsig bewirkt. Da nun die Choranlage wiederum eine streng regelmäfsige ist, so liegt die Vermuthung nahe, dafs man dieselbe errichtet hat, als der Chor der alten Kirche noch bestand, und erst nach Abbruch desselben fand man, dafs eine Verbindung des Chores mit dem Langhause durch ein regelmäfsig eingeschobenes Querschiff nicht möglich war, weil man wegen der damals noch bestehenden alten Theile des früheren Domes die Entfernung der Vierungspfeiler in der Längenaxe der Kirche nicht so genau bestimmen konnte, wie dies der Queraxe nach möglich war, wodurch sich denn auch die schräg gestellten westlichen Verbindungsmauern des Querschiffes mit dem Langhause erklären lassen. Diese Ansicht, welche Stier zuerst aufstellte, hat viel Wahrschein-

Fig. 4.



A. Für sich ausgeführter Theil des Chores.
B. - - - - - Langhauses.
C. Verbindungsmauern.

liches und Fig. 4 giebt ein Bild, wie der Vorgang etwa gewesen sein dürfte. — Aber auch die beiden Kreuzschiffe weichen in ihren Dimensionen von einander ab, ihre Frontlängen sind nicht gleich und es ist daher schwer nachzuweisen, ob die Verbreiterung des südlichen Kreuzschiffes, welche eine einspringende Ecke erzeugte, die erst in bedeutender Höhe durch Auskragung ausgeglichen wurde (Fig. 5) und das letzte Fenster des südlichen Seitenschiffes verbaute, gleichfalls lediglich eine Folge der zu kurzen Frontlänge des

Digitized by Google

Fig. 5.

D. Ursprüngliche Breite des Querschiffs.
E. Spätere Verbreiterung.

südlichen Kreuzarmes gewesen ist, oder ob eine andere Ursache, vielleicht eine schlechte Stelle für das Fundament, dabei mitgewirkt hat.

Für die Annahme, dafs die Verbindung des Chores und des Langhauses erst durch die Erbauung des Kreuzschiffes, also etwas später, bewerkstelligt worden ist, spricht übrigens auch der Umstand, dafs die Höhen der Kämpfer und Gesimse im Chor und im Langhause kleine Differenzen zeigen.

Ob aber der Chor früher als das Langhaus ausgeführt worden ist, bleibt zweifelhaft, da beide Theile, wie bereits bemerkt, in den Detailformen ziemlich übereinstimmen. Zwar ist die Architektur des Schiffs einfacher und strenger gegliedert als im Chor, die Bogenöffnungen der Emporen im Schiff sind nur zweimal, die im Chor dagegen dreimal getheilt und zwar sind die letzteren mit einem höheren Mittelbogen überspannt. Auch die Triforien des Chores sind bald mit höheren, bald mit niedrigeren Spitzbogen geschlossen, während dieselben im Mittelschiff eine durchaus regelmäfsige Anlage ergeben.

Ob nun, da ferner die Kreuzgewölbe der Seitenschiffe und Emporen im Schiff in scharfen Kanten ausgeführt sind, während die Gewölbe im Langhause, Chor und Querschiff reich profilirte Grate zeigen, hieraus auf eine spätere Ausführung dieser letztgenannten Gewölbe geschlossen werden darf, oder ob diese Verschiedenheit nicht vielmehr darin zu suchen ist, dafs man jene bedeutenderen Bautheile auch reicher zu gliedern gedachte, mufs dahingestellt bleiben. Originell ist übrigens die Anordnung, welche der Meister getroffen hat, um die ungleichen Axenweiten der Gewölbejoche in den Seitenschiffen, welche sich durch die ungleichen Stärken der Haupt- und Nebenpfeiler im Schiff ergaben, wenigstens für die Aufsenfronte zu vermindern, indem diese bezüglich der Fenstertheilung eine ziemlich regelmäfsige Anordnung nachweist. — Er hat nämlich je zweien der Gurtbögen in den Seitenschiffen eine schräge Stellung gegeben, so dafs die Gewölbefelder Trapeze bilden. — Trotz dieser geschickten Lösung, die im Innern wenig oder gar nicht auffällt, war es dennoch nicht möglich, für das letzte Fenster an den Kreuzschiffen einen Wandpfeiler zu gewinnen, und lehnen diese unmittelbar an die Mauern des Kreuzschiffes an.

Die spätesten Formen kommen bei dem nordwestlichen Portalthurm und bei den obersten Abschlüssen des südlichen Querschiffes vor. Der erstere enthält in seinen oberen Theilen reichere ornamentirte Profilirungen der Bogenleibungen und verschieden gebildete Fensterrosen, der letztere hat aufserdem erst im Jahre 1863 durch den von dem jetzigen Bauinspector Herrn Wolff in Limburg bewirkten Ausbau der beiden Eckthürme seinen vollständigen seitlichen Abschlufs erhalten, so dafs der Dom nunmehr die reichste bekannte Bauanlage mit sieben Thürmen darbietet.

Während der Dom in seinem Aeufseren noch an der romanischen Formenbildung, wie solche die Baudenkmäler am Rhein aus jener Epoche meistentheils charakterisirt, ziemlich streng festhält und diese in den Laufgängen am Chor und Langhause, in den flach vorliegenden Lisenen und Bogenbändern energisch zum Ausdruck bringt, vollzieht sich im Innern der Kirche deutlich der Uebergang zu dem neuen Styl, der sich in der vollständigen Durchführung des Spitzbogens, womit alle Oeffnungen überdeckt sind, in der eleganten Anordnung der Zwischendienste, der Bündelpfeiler und des Rippenwerks, welche auf eine so wirksame Weise die Flächen theilen, endlich in der reichen Anlage der Triforiengalerieen, die vollends alle Massen auflösen, sehr entschieden ausspricht. — Der Strebepfeiler gelangt erst für das Mittelschiff und für den Chor zu seiner vollen constructiven Bedeutung, und seine unsymmetrische Anlage an dem letzteren läfst entweder auf einen schlechten Baugrund, oder aber auf eine jener Nachlässigkeiten der Ausführung schliefsen, wie solche sich bei mittelalterlichen Bauwerken so oft finden.

Auch die Ornamentik neigt sich im Innern mehr der neuen Bauweise zu, als im Aeufsern, ohne dafs darum die romanische Capitellform vernachlässigt wird, welche man mit Vorliebe an besonders hervorragenden Stellen verwendet.

Eine lebendige Phantasie und eine reiche Erfindungsgabe sprechen sich in dem so mannichfaltig gestalteten Blattwerk aus. Während die Capitelle des Uebergangsstyls stets die Kraterform mit dem Zwiebelblatt variiren, ergehen sich die romanisch gebildeten Polstercapitelle in den reichsten Blattverschlingungen, die mit Thiergestalten und Masken phantastisch durchwoben sind. Die Holzschnittfiguren 6 bis 9 geben von der verschiedenartigen Bildung der Capitellformen einige Beispiele.

Das Prachtstück der Ornamentik bleibt übrigens das elegant gegliederte Hauptportal, welches seltsamer Weise nicht in der Mittelaxe des Gebäudes liegt, und dessen reich geschmückte Archivolten, wo sie auf die Kämpfer ansetzen, noch durch die bereits vorerwähnten Figuren belebt sind. Aufserdem finden sich auch einzelne Köpfe besonders bei Kragsteinen angebracht, so an der Ostseite des nordwestlichen Portalthurmes, ferner Figurengruppen am Taufstein, und man darf hierin die Anfänge jener humoristischen Bildungen der Plastik suchen, welche in der gothischen Baukunst eine so hervorragende Rolle spielen.

Für den Dom sind fast sämmtliche Bausteine zur Verwendung gekommen, welche in der Umgegend Limburgs gewonnen werden. Im grofsen Ganzen besteht der Bau aus Bruchsteinmauerwerk und zwar gröfstentheils aus Kalkstein, aufserdem kommt Thonschiefer, Runkeler Schaalstein und der sogenannte Backofenstein vor. Der letztgenannte Stein, woraus der Mittelthurm auf der Vierung erbaut ist, und der, weil feuerfest, gewöhnlich zu Ofenanlagen verwendet wird, woher auch der Name stammt, verwittert an der Luft sehr leicht und kann daher ohne Verputz nicht verwendet werden, weshalb es denn auch, wie sich dies erst bei der Bauausführung herausgestellt hat, nicht möglich wurde, den Mittelthurm gleichfalls im Rohbau wieder herzustellen. Besser verwendbar ist schon der Runkeler Schaalstein, der ein feines blätteriges Gefüge besitzt und der daher, in geschlossenen Mauerflächen lagerhaft vermauert, witterungsbeständig ist. Für Gesimse hatte man vielfach Tuffstein verwendet, der indessen fast überall verwittert und zerstört worden ist.

Digitized by Google

Fig. 6.

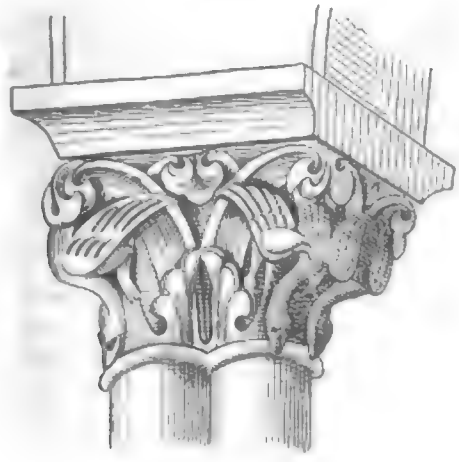


Fig. 7.

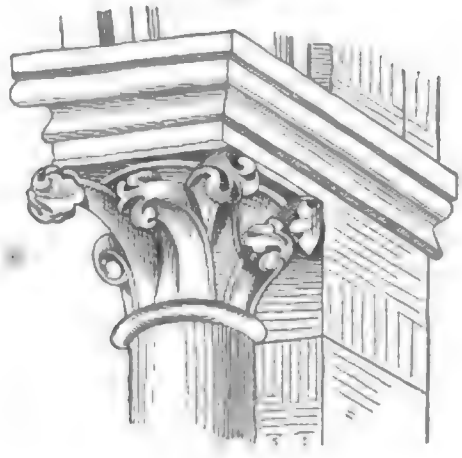


Fig. 8.

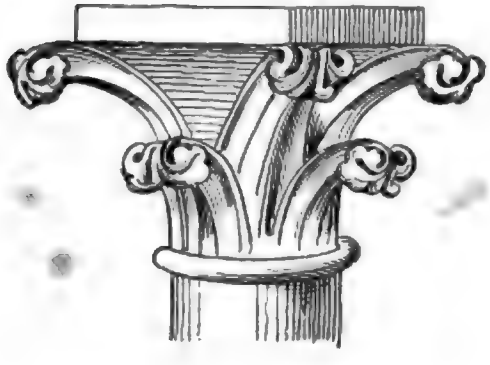
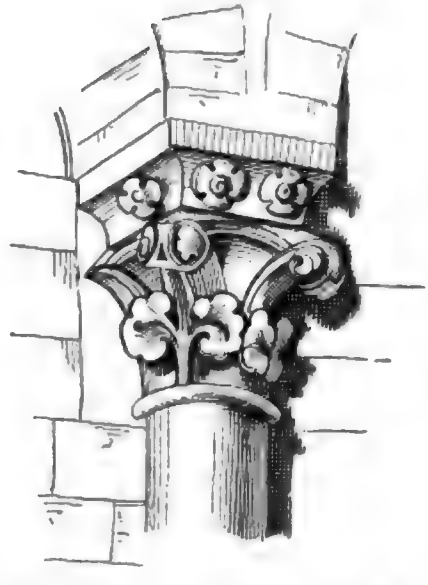


Fig. 9.



Dagegen hat man sich für die meisten Architekturtheile, namentlich für die Lissenen, Gurte und Fufsgesimse, für die Säulen und Pfeiler im Innern eines sehr festen Trachyts bedient, welcher auf dem Westerwalde gebrochen wird. Auch die oberen Stockwerke der Thürme, mit Ausnahme des bereits erwähnten Mittelthurmes auf der Vierung, sind im Aeufsern mit Quadern verblendet und nur im Innern aus Bruchsteinen errichtet.

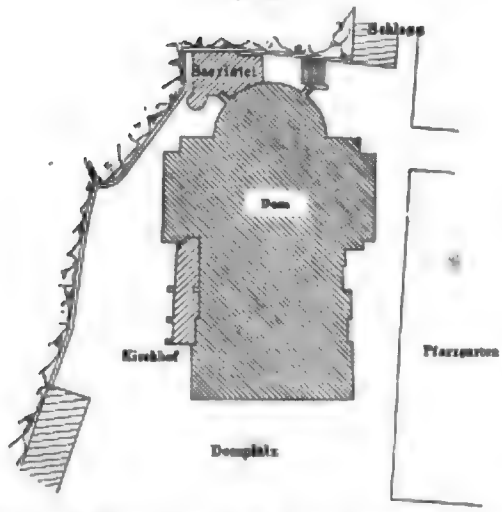
Die Gewölbe der Seitenschiffe und Emporen sind in Bruchstein gemauert, dagegen die Kappen der grofsen Gewölbejoche mit künstlichen Tuffsteinen (aus Kalk und Tuffsand hergestellt), sogenannten Schwemmsteinen, gemauert. Endlich bestehen die sämmtlichen Säulen auf den Emporen des Chores, sowie jene des äufseren Laufganges des Schiffs aus dunkeler schwarz-grüner Basaltlava vom Westerwald, welche politurfähig ist.

Die ganze technische Ausführung der Kirche ist, mit Ausnahme der grofsen Gewölbe, eine ziemlich handwerksmäfsige und steht in dieser Beziehung gegen die Baudenkmäler von gleicher Bedeutung, welche die Rheingegenden aus dieser Epoche enthalten, entschieden zurück. Wie bereits vorerwähnt, ist die Kirche in unmittelbarer Nähe des Schlosses auf einem Felsplateau, welches nach Osten hin steil gegen die Lahn abfällt, erbaut. Da dieses Plateau den höchsten Punkt der Stadt Limburg bildet, so ist nicht zu leugnen, dafs die Kirche sowie das sich an dieselbe auf der Nordseite früher anlehnende Capitelhaus unter dem Schutze der Burg ziemlich gesichert lagen. Jetzt dient die Stelle, wo früher das Capitelhaus stand, als Kirchhof, und von der gedachten Bauanlage ist nur ein kleiner Theil eines aus dem 14ten Jahrhundert stammenden Kreuzganges erhalten, welcher die bestehenden Fenster an der Nordseite der Kirche verdeckte und wahrscheinlich erst später durch sehr roh eingebrochene Oeffnungen als eine Art Capelle mit der Kirche verbunden worden ist. In gleicher Weise hat man später an der Südseite eine kleine Capelle angebaut.

Auch die Sakristei, welche in höchst störender Weise die Choransicht, die sich von der Lahnseite so höchst malerisch darstellt, verbaut, ist erst später errichtet worden, was noch sehr deutlich wahrnehmbar ist, da die alten Sockel-

Digitized by Google

Fig. 10.



gesimse und Fenster von dem neuen Bau durchschnitten werden. Fig. 10 zeigt die Situation der Kirche unter Fortlassung desjenigen Theiles der alten Sakristei, welcher im vergangenen Jahrhundert errichtet und erst im vorigen Jahre beseitigt worden ist.

Im vorigen Jahrhundert erlitt die Kirche in Folge eines Brandes und unter dem Einflusse des damals herrschenden Zopfstyles eingreifendere Veränderungen. Aus dieser Zeit stammt die übermäfsig hohe Spitze des Mittelthurmes sowie das jetzige Kirchendach über dem Langhause. Die Façaden wurden verputzt und mit Quaderungen und blinden Fenstern bemalt, die Wandflächen im Innern rosaroth angestrichen, die Gräte blau gefärbt und endlich die Schlufssteine vergoldet. — Mit derselben Rohheit wurden die Kirchenmobilien entfernt und durch neue in den ausschweifendsten Zopfformen ersetzt. Im Jahre 1840 wurde das Innere der Kirche mit Kalkmilch geweifst und die dunklen Steinsäulen der Emporen mit heller Oelfarbe überstrichen. Endlich erfolgte im Jahre 1863 der bereits erwähnte Bau der beiden Eckthürme an dem südlichen Querschiffe.

Der Restaurations-Entwurf und seine Ausführung.

a. Im Aeufsern.

Bei Herstellung der vielen verwitterten Steinmetzarbeiten, welche kurz berührt werden sollen, war vor allen Dingen auf eine Blofslegung des Bruchsteinmauerwerks von dem Putzüberzuge und eine Ausfugung der Steinfugen mit dunkel gefärbtem Mörtel in Aussicht genommen. Mit diesen Arbeiten hat die Restauration begonnen und ist auch an der Chorseite einschliefslich der beiden Querschiffe bereits vollendet. Leider hat dieselbe nicht in allen Theilen consequent durchgeführt werden können, da sich einzelne Stellen, wie dies bereits bei dem Mittelthurm über der Vierung erwähnt wurde, mit nicht witterungsbeständigem Material ausgeführt fanden, von dessen Entfernung aber wegen der damit verbundenen Gefahr Abstand genommen werden mufste. Nichtsdestoweniger ist durch das, was geschehen, immerhin viel erreicht worden und der Dom gewährt in den bereits hergestellten Façadetheilen einen weit würdigeren Eindruck, als dies bisher der Fall war. — Sämmtliche Fensterwasserschläge werden mit angemessenem Gefälle in Westerwälder Trachyt hergestellt, die Absätze der Strebepfeiler, sowie die oberen Flächen der Strebebögen, welche jetzt nothdürftig mit Schiefer eingedeckt sind, der auf in die Mauer eingelassene Hölzer respective Schaalbretter befestigt ist, mit demselben Werkstein abgedeckt.

Bedeutende Instandsetzungen erfordert die Westseite. Zunächst zeigt der nordwestliche Portalthurm in der Nordseite einen Rifs, welcher vom obersten Fenster bis zum Fundament durchgeht und der sich auch in dem Gewölbe der Orgelempore bis über die Mitte der Façade fortsetzt. — Derselbe ist 1749 entstanden, möglicherweise durch ein Erdbeben, da sich sonstige Ursachen in der Construction des Baues selbst nicht ersichtlich machen. Auch kann der Abbruch des Capitelhauses, welcher erst 1830 erfolgte, nicht darauf eingewirkt haben. Obgleich sich nun seit jener Zeit der Rifs nicht verändert hat, sollen dennoch die im Jahre 1749 eingezogenen Anker, der Vorsicht halber, mit zweckmäfsigeren Anziehvorrichtungen versehen und ferner die beiden Thürme unter sich und mit der Vorderfaçade durch zwei starke Diagonal-Anker, oberhalb der Gewölbe der Orgelempore, verbunden werden.

Dagegen ist die Entfernung der hölzernen Galerie, welche beide Thürme in der Höhe der Dachgiebel mit einander verbindet, in Aussicht genommen, und sollen die jetzt bestehenden Thurmöffnungen in stylgemäfser Weise durch eine Bogenarkade, auf einer Doppelsäule stehend, geschlossen werden. In dem südwestlichen Thurme besafs bisher der städtische Thürmer eine Wohnung, welche die Kirche einer fortwährenden Feuersgefahr aussetzte, da sie angemessener Feuerungsanlagen entbehrte und aufserdem der Transport aller Lebensbedürfnisse in sehr unpassender Weise durch die Kirche selbst erfolgen mufste. Diese Wohnung ist inzwischen geräumt worden, so dafs der Herstellung auch dieses Thurmes nichts mehr im Wege steht. Insbesondere wird das an demselben in unschöner Weise angebrachte Zifferblatt der Uhr, wodurch ein Theil des Bogenbandes zerstört worden ist, entfernt und in stylgerechterer Weise als Rundfenster in die betreffende Bogennische eingesetzt werden.

Die sämmtlichen unteren Theile des Hauptportals einschliefslich der Treppe, die Haupteingangsthüre selbst nebst Windfang, die Thiere der vier Evangelisten, welche die Fensterrose über dem Hauptportal umgeben, werden erneuert und ist die neue Thüre auf Blatt 17 näher dargestellt worden. — Endlich war das zerstörte Kreuz auf dem Mittelgiebel der Westfront als zu erneuern in Aussicht genommen, indessen hat eine nähere Untersuchung ergeben, dafs eine Figur früher auf dem Sockel stand, welche wahrscheinlich den heiligen Georg darstellte und demnach erneuert werden soll.

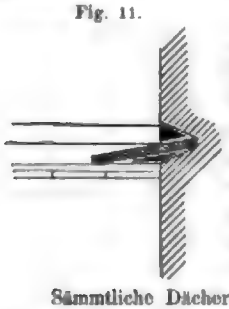
Der bereits erwähnte Rest des ehemaligen Kreuzganges an dem nördlichen Seitenschiffe ist, wenngleich der germanischen Stylepoche angehörend, von keiner künstlerischen Bedeutung, vielmehr in handwerksmäfsiger Form erbaut und von einer sehr unregelmäfsigen Structur. Aufserdem ist der Theil, womit er an den nordwestlichen Portalthurm stöfst, von baufälliger Beschaffenheit. Das Innere dieses Anbaues ist für die Kirche, von welcher er durch die dicken Mauerpfeiler fast gänzlich getrennt ist, von keinem Werthe und dient derselbe zur Aufbewahrung von Utensilien. Dagegen hat er das nördliche Seitenschiff seines ursprünglichen Cha-

Digitized by Google

rakters nicht allein durch die im unteren Geschofs in roher Weise eingebrochenen Oeffnungen beraubt, sondern ihm auch im oberen Stockwerk durch das Vermauern der Fenster auf der Empore, welche unter dem Dache des Anbaues noch vorhanden sind, das erforderliche Licht entzogen. — Die Beseitigung dieses Anbaues in seinem oberen Geschosse ist daher bei einer stylgerechten Restauration des Domes unbedingt erforderlich. Anders jedoch verhält es sich mit dem unteren Geschosse desselben, welches allem Anscheine nach eine mit dem Dome gleichzeitige Anlage bildet, und worin sich gegenwärtig die sogenannte heilige Grabcapelle befindet, welche mit dem Kirchhofe in directer Verbindung steht. Diese Anlage soll erhalten werden, da sie tief genug liegt, um über dem Dache derselben die Seitenschifffenster noch anbringen zu können, und wird demzufolge nur das obere Geschofs des Anbaues abgebrochen; die unteren Fenster des Seitenschiffs werden nach dem Vorbilde derjenigen im Querschiffe eingerichtet, die oberen dagegen blos geöffnet. Die Grabcapelle erhält ein neues Schieferdach und wird mit neuen Fenstern und einer eben solchen Thüre versehen.

Aufser der Herstellung der meisten Steinmetzarbeiten an den Façaden ist das Dach des nördlichen Portalthurmes, welches wegen des mangelnden Dachverbandes höchst baufällig ist, und durch Steifen nur nothdürftig in seiner Lage erhalten wird, vollständig zu erneuern und ein Blitzableiter, dessen die Kirche bis jetzt noch entbehrt, darauf anzubringen. Mit diesen Arbeiten geht Hand in Hand eine Erneuerung des Glockenstuhles und der denselben tragenden Balkenlage, ferner hat bereits eine Verstrebung des Dachwerks zwischen den beiden Portalthürmen, sowie die Einziehung neuer Dachbinder in den Dächern der Querschiffe und des Chores stattgefunden. Dagegen müssen die Dächer über den Seitenschiffen des Langhauses und des Chores insofern gesenkt werden, als ihre Sparren zum Theil auf dem Fufsboden des äufseren Laufganges ruhen, wodurch sowohl die Säulenbasen dieses Laufganges verdeckt werden, als auch Schnee und Regen von jenem Laufgange aus unter die Dächer gelangen können.

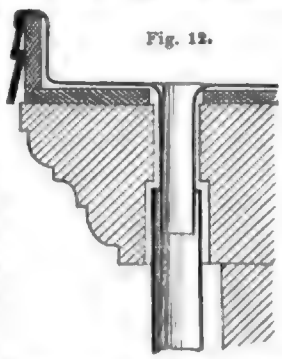
Fig. 11.



Da aufserdem die Anschlüsse der Dächer an die Mauerflächen sämmtlich defect und nothdürftig durch Lehm und Mörtel verschmiert sind, so sollen, wie Fig. 11 näher zeigt, die Anschlüsse durch Schieferstreifen von 15 ^{cm} Breite gedichtet werden, welche in Falze, die in die Mauer einzustemmen sind, geschoben und mit Cement verkittet werden.

Sämmtliche Dächer der Kirche entbehrten der Abflufsrinnen und flofs das Regenwasser an den Kanten der Dachtraufen ab, wurde durch den Wind gegen die Umfangsmauern geworfen und verfeuchtete auf diese Weise die letzteren gänzlich. Es ist daher bereits mit der Anlage von Kastenrinnen begonnen werden, wozu der erforderliche Raum sich durch Abschneiden der Aufschieblinge ergeben hat. Für die Rinne ist sodann ein Bohlenkasten angelegt worden, dessen höhere Aufsenwand gleichzeitig als Schutz gegen das Herabstürzen gröfserer Schneemassen dient. Innerhalb des Bohlenkastens, welcher an den Aufsenflächen mit Zierschiefer bekleidet ist, liegt mit dem erforderlichen Gefälle die eigentliche Rinne, so dafs durch diese Anordnung auch für den äufseren Anblick eine angemessenere Form erzielt worden ist, als dies durch eine einfach gestrichene Blechrinne erreicht werden kann. Das Niederschlagwasser wird nun durch Abfallröhren nach dem Fufsboden geführt, wo dasselbe von gepflasterten Rinnen aufgenommen und bis zu den Futtermauern geleitet wird. Zur Vermeidung der Rohrkniee sind steinerne Sammelkästen in einer dem Gesimse entsprechenden Form angebracht, in welche das Rohr von unten eingesteckt wird, während der Boden des Sammelkastens mit Blei ausgefuttert ist (siehe Fig. 12). Das aus den Dachrinnen des Mittelschiffs kommende Wasser wird über die unteren Dächer hinweg, in offenen Rinnen zu den Abfallröhren der Seitenschiffe geleitet. — Endlich sollen die Wasserabläufe zwischen den Giebeln der Thürme, welche gegenwärtig durch vorgestreckte Rinnbleche hergestellt sind, durch steinerne Wasserausgüsse ersetzt werden, weil Abfallröhren aus ästhetischen Gründen an der Hauptfronte vermieden werden müssen.

Fig. 12.



Für den Bau einer neuen Sakristei, welche sich an das nördliche Querschiff anlehnen sollte, war ein besonderes Project ausgearbeitet worden, welches indessen von dem Domcapitel aus dem Grunde beanstandet wurde, weil dasselbe bei dem dort etwas beschränkten Terrain nicht denjenigen Flächeninhalt darbieten konnte, wie solcher sich bei der jetzigen Sakristei findet. Obgleich nun die letztere die Choransicht in störender Weise verbaut und auf Kunstwerth auch keinen Anspruch erheben darf, so blieb dennoch unter den obwaltenden Umständen nichts übrig, als diesen Wünschen Rechnung zu tragen und einen zweiten Entwurf auszuarbeiten, welcher den stylgemäfsen Umbau der alten Sakristei umfafste, der dann auch die höhere Genehmigung erhielt, und im vergangenen Jahre zur Ausführung gebracht worden ist. Der südliche Theil dieses Anbaues, welcher die im vorigen Jahrhundert erbaute sogenannte neue Sakristei bildete und am häfslichsten die Choransicht verbaute, ist abgelegt worden, der nördliche, aus zwei Geschossen bestehende Theil dagegen, der dem Mittelalter angehörte, erhalten und umgebaut worden. Hierfür war zunächst die Anlage eines Treppenthurmes erforderlich, welcher beide Geschosse mit einander verbindet und gleichzeitig für die Geistlichkeit als Zugang zu der Sakristei dient. — Die Treppe im Thurm ist eine steinerne Wendelstiege von $2{,}_{50}$ ^{m} Durchmesser. Der Thurm hat ein oberes Geschofs mit einer Pfeilerstellung im Charakter der kleinen Chorgalerie des Domes, sowie ein Spitzdach erhalten. — Die beiden oberen Räume sollen als eigentliche Sakristei benutzt werden, während im Untergeschofs die Schränke zur Aufbewahrung der Paramente ihre Aufstellung finden. Zur angemessenen Erleuchtung dieses Raumes sind zwei Fensteröffnungen, welche der dritten vorhandenen entsprechen, ausgebrochen und mit Maafswerk geschlossen worden, worin die eisernen Rahmen mit kleinen Scheiben in Bleifassung eingesetzt werden. Auch das obere

Digitized by Google

Geschofs hat neue Fenster erhalten, dessen Doppelflügel jedoch aus Holz hergestellt werden. Die Dachgiebel sind stylgerecht ausgebildet und mit Abdeckungen und Bekrönungen von Haustein versehen worden. Die Dächer sind mit Schiefer eingedeckt und haben Rinnen und Abfallröhren erhalten.

b. Herstellung des Innern.

Die ursprünglich sehr zahlreich und bequem angelegten Communicationen im Innern des Baues sind gegenwärtig durch Vermauern von Treppen und Thüren zum Theil sehr erschwert und müssen wieder hergestellt werden, da sie im Falle einer Feuersgefahr sowie zur Ausführung von Reparaturen von grofser Wichtigkeit sind. — Fünf Treppen, in den Grundrissen mit 1 bis 5 bezeichnet, führen vom Erdgeschosse der Kirche in den Seitenschiffen und im Chor auf die Emporen. Von den letzteren führen zwei Treppen (7 und 8) zu den Dächern der Seitenschiffe und bis zur vierten Etage der Thürme über die Gewölbe des Hauptschiffs. Eine dritte Treppe (6) führt von der Empore des Chores unter das Dach der Seitenschiffe. Sie ist gegenwärtig vermauert und mufs wieder geöffnet werden, da sie die wichtigste Communication zu dem inneren Laufgange darbietet. Die vermauerten Thüren, welche aus diesem Laufgange unter die Dächer der Seitenschiffe führen, sind gleichfalls zu öffnen. Die Treppen 9 und 10 verbinden den inneren Laufgang mit dem höher gelegenen äufseren und führen durch die Thüren der Querschiffe aufwärts. Die Treppen 11 und 12 steigen erst vom äufseren Laufgange in den beiden anderen Thürmen der Querschiffe hoch. Endlich führt von dem Dache des Mittelschiffs eine freitragende Treppe in den Mittelthurm. Sie soll bei ihrem Austritt aus dem Dache eine neue Aussteigeklappe erhalten. Am mangelhaftesten ist die Communication zu den Dächern und Glockenstühlen der westlichen Thürme. In dem Nordthurm führt eine sehr schadhafte und steile steinerne Treppe bis zu dem Glockenstuhle, von dem aus man über den erwähnten zu beseitigenden hölzernen Gang in den Südthurm gelangt, welcher bis jetzt keine eigene Treppe besitzt und daher mit einer solchen versehen werden soll, welche freitragend aus Stein construirt wird.

Das Innere des Baues mufs zunächst von einem Theile der in der Zopfzeit eingebauten und dasselbe in jeder Weise entstellenden Gegenstände befreit werden, doch sollen nur diejenigen Utensilien daraus entfernt werden, welche in ihrer Form die Wirkung des Baues selbst erheblich stören. Hierzu gehören zunächst die hölzernen Betstühle, welche die Pfeiler- und Säulenbasen völlig umbauen und zudem in sehr häfslichen Formen gehalten sind; sodann die beiden Zopfaltäre an den vorderen Vierungspfeilern, welche den Durchblick zum Chor behindern, ferner die werthlosen Holzbekleidungen der Seitenaltäre, hinter denen die alten steinernen Altartische gegenwärtig verborgen sind. Was die Kanzel betrifft, so rührt dieselbe allerdings aus dem Jahre 1648 her und ist auch mit vielem Fleifse geschnitzt. Sie besitzt indessen keinen höheren künstlerischen Werth und steht auch mit den grofsartigen Formen des Domes in einem zu grellen Widerspruch, um in demselben belassen werden zu können. Es soll indessen für ihre Erhaltung und für ihre Aufstellung in einer anderen geeigneten Kirche Sorge getragen werden. — Die Orgel dagegen, ein grofses Werk, welches aus zwei Theilen besteht und die ganze Breite des Schiffes einnimmt, um die Pfeiler desselben herumgebaut ist und aufserdem noch ein kleines Pfeifenwerk besitzt, was balkonartig vor der Orgelempore vorspringt, verdeckt das grofse Rosenfenster der Westfaçade und ist dabei von ganz aufsergewöhnlicher Häfslichkeit. Das Gehäuse derselben kann daher eben so wenig wie die bereits genannten Kirchenmobilien und wie die Beichtstühle, Windfänge und Thüren, welche sämmtlich den Zopfformen des vorigen Jahrhunderts angehören, beibehalten werden. Endlich werden die Säulen der Emporen durch eine geschmacklose Holzbalustrade verdeckt, welche entfernt und durch einfache schmiedeeiserne Brüstungsstangen ersetzt werden soll. Dagegen wird beabsichtigt, alle übrigen im Dome vorhandenen Altaraufsätze, Epitaphien u. s. w., welche gröfstentheils in den interessanten und edlen Formen deutscher Renaissance errichtet sind, als nicht störende historische Erinnerungen und weil sie künstlerischen Werth besitzen, zu erhalten, wie denn selbstverständlich die Aufgabe jeder sachgemäfsen Restauration ist, möglichst schonend zu verfahren.

Wie die zu beseitigenden Gegenstände durch neue ersetzt werden sollen, geht aus den auf Blatt 17 mitgetheilten Detailzeichnungen näher hervor. Hier mag nur bezüglich der Kanzel angeführt werden, dafs für dieselbe der gegenwärtige Platz beibehalten, die neue Kanzel dagegen aus rothem Sandstein mit mäfsiger Bemalung und Vergoldung der ornamentirten Theile errichtet werden soll. Sie steht frei vor dem Schiffspfeiler und ruht auf fünf Zwergsäulchen. Für das mittelste Säulchen soll eine alte, höchst merkwürdige Basis Verwendung finden, deren Ecken von vier männlichen Figuren gestützt werden. Sie fand sich in der heiligen Grabcapelle vor und rührt wahrscheinlich von dem ehemaligen Hochaltare her. Der obere Theil der Kanzel besteht aus einer Steinbrüstung mit Marmorsäulchen und Gesimsen. Eine gewundene Treppe mit steinernem durchbrochenen Geländer führt zu der Kanzel und wird durch ein schmiedeeisernes Gitter abgeschlossen. Der geschnitzte Schalldeckel soll von Eichenholz hergestellt werden.

Da der Plattenbelag der Kirche sehr schadhaft ist und umgelegt werden mufs, so sollen dabei die in demselben liegenden Grabsteine, welche gröfstentheils bis zur Unkenntlichkeit ausgetreten sind, aufgenommen und an weniger begangenen Theilen der Kirche verlegt werden.

Der alte, sehr reich mit ornamentalen und figürlichen Darstellungen verzierte Taufstein, welcher gegenwärtig im südlichen Querschiffe steht und den Platz daselbst beschränkt, soll unter der Orgelempore im südlichen Thurme aufgestellt werden, woselbst er wenigstens eine gute Beleuchtung erhält. Von seiner völligen Wiederherstellung wird Abstand genommen werden müssen, da die Haupttheile desselben leider zu sehr gelitten haben.

Die oberen Flächen der Gewölbe in den Thürmen und über dem Umgang des Chores sollen mit einem Mörtelgufs abgedeckt werden, weil sie dem Einregnen durch die offenen Fenster und Arkaden ausgesetzt sind.

Das ganze Innere soll sodann von der Tünche respective der Oelfarbe befreit und die schadhaften Stellen des Wandputzes erneuert werden. Da die Flächen durch die reichen Architekturformen fast gänzlich aufgelöst sind, so erschien es geboten, mit einer polychromatischen Färbung des Inneren

Digitized by Google

sehr vorsichtig vorzugehen. Demzufolge wird beabsichtigt, die Wände in einem grünlich-grauen Steinton zu halten, und nur die ornamentirten Theile durch reichere Färbung hervorzuheben. So sollen die Capitelle in ihrem Grunde roth, das Blattwerk grün und an den Kanten vergoldet werden. Die Gewölbeschilder sollen blau mit goldenen Sternen, das Rippenwerk ausgezeichnet und mit ornamentirten Borten eingefafst, die Schlufssteine ähnlich wie die Capitelle behandelt werden. Es steht zu erwarten, dafs durch diese mäfsige Bemalung in Verbindung mit dem schwarz-grünen Tone der wieder zu polirenden Säulen auf den Emporen eine gute und würdige Wirkung erzielt werden wird.

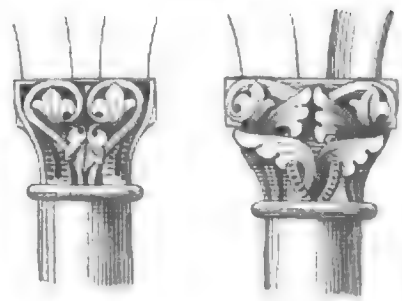
Da die Verglasung der Fenster durchgängig eine sehr mangelhafte ist und nicht im Einklange mit der Würde des Gebäudes steht, so soll eine ganz neue Verglasung stattfinden, welche aus einfachem grünen Glase bestehen und eine Musterung nur durch die Verbleiung erhalten wird. Nur für die grofse Fensterrose der Westseite, für das in der Axe des Mittelschiffs liegende Fenster auf der Empore des Chores und für die beiden Fenster in den Ostcapellen ist ein reicherer Schmuck durch Glasgemälde vorgesehen. Die beiden erstgenannten Fenster werden durch eine derartige Ausstattung die Schönheit des Inneren wesentlich erhöhen. Für die beiden Ostcapellen haben die Glasgemälde aber die decorative Rückwand der Altäre zu ersetzen, hinter welchen sie liegen.

Eine sehr wesentliche Aenderung für das Innere der Kirche erfolgt ferner durch eine andere Anordnung des Chores und des Hochaltares, worauf sich die Anträge des Domcapitels auch hauptsächlich und in erster Linie bezogen.

Die gegenwärtige Einrichtung der Kirche ist nämlich derartig, dafs die Vierung durch zwei hohe Schranken von den Querschiffen abgeschnitten ist und in derselben die Chorstühle des Capitels aufgestellt sind. — In der Chornische steht der kleine, aus dem vorigen Jahrhundert stammende Altar und zur linken Seite desselben der nachträglich angebrachte Thron des Bischofs nebst den Sitzen für die Diaconen. — Gegen das Schiff war der Chor in früherer Zeit durch einen Lettner abgeschlossen. Jetzt begrenzt ihn am ersten Pfeiler von der Vierung aus eine hölzerne Communionbank.

Es ist nun wohl wahrscheinlich, dafs die ganze Anordnung eine ursprüngliche war, weil sie mit der Einrichtung anderer Stiftskirchen insofern übereinstimmt, als zunächst das Capitel den Hauptraum für sich beanspruchte, und bestrebt war, sich von der Gemeinde, welche wenig oder gar keine Bedeutung besafs, möglichst abzuschliefsen; indessen würde man alsdann wohl annehmen müssen, dafs in diesem Falle auch die übrigen fünf Bogenöffnungen des Chores mit ähnlichen Schranken verschlossen waren, die gegenwärtig durch häfsliche, aus dem vorigen Jahrhundert stammende eiserne Gitter ersetzt sind. Dazu kommt, dafs die jetzigen steinernen Chorschranken in ziemlich ungeschickter Weise zwischen den Vierungspfeilern eingebaut sind, deren Basen sie zum Theil verdecken. Dafs sie ihrer Kunstform nach (vergl. Fig. 13, welche zwei Capitelle von den Bogennischen der Chorschranken zeigt), in die Zeit der Errichtung des Baues fallen, ist noch kein Beweis, dafs sie nicht später, als der Bau vollendet war, angebracht sind, denn die romanische Capitellform erhielt sich noch lange, als der Uebergangsstyl bereits die Kelchform für seine Capitelle adoptirt hatte, und mufste ja überhaupt der Bau erst vollendet sein, bevor man an die inneren Einrichtungen desselben denken konnte.

Fig. 13.



Gegenwärtig wird die Kirche als bischöfliche Kirche auch für eine gröfsere Pfarrgemeinde benutzt, und der für die letztere verbleibende Raum im Schiff ist nach den Ausführungen des Domcapitels nicht mehr ausreichend. Dasselbe hat daher die Entfernung jener Schranken und die Verlegung derselben wie die der Chorstühle in die Apsis der Kirche beantragt, wohin sie auch gehören, da der Sitz des Bischofs schon in den ältesten christlichen Kirchen an derjenigen Stelle der Apsis stand, wo die Längenaxe die Peripherie derselben schneidet. Die gegenwärtig ganz abgeschnittenen Flügel des Querschiffes und der vordere Theil des Langhauses werden dadurch für die Benutzung gewonnen und der jetzt nach jeder Richtung hin ziemlich beengte Innenraum ein ungleich bedeutungsvolleres und schöneres Ansehen gewinnen. Wie lange auch die jetzige Anlage bestehen mag, so viel steht fest, dafs sie die Architektur der Kirche stets geschädigt hat, von der sie, als eine wandelbare innere Einrichtung, durchaus unabhängig ist.

Da der Kunstwerth der Schranken indessen ihre Erhaltung dringend empfiehlt, so sollen dieselben auseinander genommen und zwischen den Bogen des jetzigen Chores in vier einzelnen Theilen wieder aufgestellt werden. Es sind dabei nur die Anschlüsse an die Pfeiler neu zu bewirken, so wie einige Säulchen und Capitelle herzustellen, welche schon gegenwärtig zerstört und durch hölzerne ersetzt worden sind. Die Schranken bilden auf diese Weise die Rückwand der im Chor aufzustellenden Chorstühle. Sie werden die Bogen des Chores etwa zur Hälfte der Höhe schliefsen, so dafs über denselben noch ansehnliche Oeffnungen verbleiben. Der Umgang des Chores wird hierdurch nicht mehr beeinträchtigt, als dies in vielen anderen mittelalterlichen Kirchen, worin Chorstühle aufgestellt sind, der Fall ist. An der linken Seite des Chores wird ein Theil der Schranken nach dem Vorbilde der vorhandenen neu hergestellt und in demselben ein für die Geistlichkeit erforderlicher Nebeneingang angebracht. Der Bischofstuhl soll in dem Chor auf der Mittelaxe der Kirche hinter dem Hochaltare aufgestellt werden, so dafs sich ihm zu beiden Seiten die Chorherrenstühle anschliefsen und er eine seiner Bedeutung entsprechende Stelle im Bau gewinnt. — Der Hochaltar ist demnach als ein Doppelaltar mit zwei Tischen für den Chor und für die Gemeinde anzuordnen. Der Chorraum wird nach Entfernung von drei später eingefügten Stufen am jetzigen Hochaltare auf ein gleiches Niveau von $0{,}_{75}{}^{m}$ oder fünf Stufen über den Boden

Digitized by Google

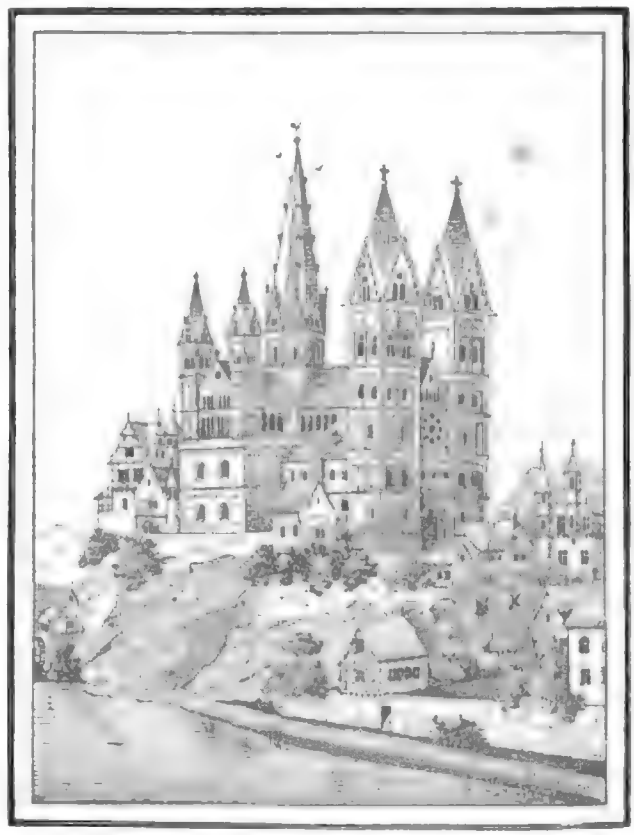
der übrigen Kirche gelegt. Ueber diesem Plenum erhebt sich der Bischofstuhl um drei Stufen. Er ist durch einen besonderen Baldachin ausgezeichnet und erhält einen festen Sitz mit geschnitzten Rück- und Seitenlehnen. Zu beiden Seiten sind die Stühle für zwei Diaconen und den assistirenden Presbyter angebracht, welcher letzterer dem Bischof möglichst gegenüber sitzen muſs. — Es sind einfache geschnitzte Stühle ohne Rücklehnen vorgesehen, ähnlich demjenigen, welchen das Museum zu Wiesbaden bewahrt und der aus dem Limburger Dome stammt. Das Podium, auf welchem sie stehen, ist um zwei Stufen über dem Boden erhoben. Für die übrigen 19 Chorstühle werden die jetzt unter der Vierung stehenden gothischen Stühle verwendet, welche allerdings ihrem Style nach aus etwas späterer Zeit als die Kirche stammen. Sie müssen von dem jetzigen Oelanstrich befreit werden und erhalten eine neue Rückwand mit einem vortretenden Baldachin, sowie neue Betpulte. Diese Theile werden wie alles übrige Holzwerk in Eichenholz ausgeführt und sollen dunkel gebeizt und gewachst werden.

Der Hochaltar soll in der Weise aufgestellt werden, daſs er möglichst von allen Seiten gesehen werden kann und sowohl vor wie hinter demselben ein ansehnlicher freier Raum für die gottesdienstlichen Handlungen verbleibt. Er ist daher nach dem superrevidirten Entwurfe am Anfange des Chores unter den Eingangsbogen zu demselben zu stellen angenommen worden. Er wird an dieser Stelle allgemein sichtbar sein, jedoch noch durchaus als zum Chor gehörig erscheinen, von welchem er bei einer Aufstellung etwa unter der Vierung völlig isolirt sein würde. Es waren ursprünglich zwei Entwürfe für denselben ausgearbeitet worden, und zwar sollte nach dem ersten der Hochaltar mit einem Ciborium überdeckt werden. Der Umstand indessen, daſs letzteres den Thron des Bischofes verdecken würde, bewog das Domcapitel mit Recht, von einem Ciborium-Altar Abstand zu nehmen. Doch ist die Anlage eines solchen in letzterer Zeit wieder in Berathung gezogen worden, und da die Erbauung eines Ciboriums den projectirten Doppelaltar nur ganz unwesentlich ändern würde, so ist derselbe nach dem superrevidirten Entwurf mitgetheilt worden. Er ist wie der Bischofstuhl über dem Chorplanum um drei Stufen erhöht. — Der aus rothem Sandstein herzustellende Doppeltisch wird durch eine möglichst niedrige Wand, worauf die Leuchter stehen, getheilt. Darauf baut sich der Behälter für die Monstranz mit einem kleinen Baldachin auf, unter welchem die letztere ausgestellt wird. Dieser Aufbau dient gleichzeitig dem grofsen Doppelkreuz als Basis. Zwei Marmorsäulchen, welche Engelfiguren als Lichthalter tragen, schlieſsen den Altar von beiden Seiten ab. — Da vor dem Altare noch ein genügender Raum für die administrirende Geistlichkeit verbleiben muſs, so soll die ganze Vierung, in welcher das Grabmal des Grafen Conrad Kurzibold wieder aufgestellt werden soll, wie dies auch bis zum Jahre 1777 der Fall war, zu dem Altarraum in der Art zugezogen und durch niedrige Steinbrüstungen in Tischhöhe abgeschlossen werden, daſs letztere als Communionbank dienen kann und der Blick auf den Altar in keiner Weise gehemmt wird. Die Communionbank wird aus Sandstein mit Füllungen von Marmor gefertigt, die Gitterthüren sind in reicher Schmiedearbeit projectirt. Die Vierung ist alsdann um drei Stufen über dem Fufsboden der Kirche zu erhöhen und führen die drei andern Stufen etwa in der Mitte derselben zu dem Niveau des Chores. Sowohl der Hochaltar wie auch die Chorschranken werden in Wachsfarbe bemalt und theilweise vergoldet. — Der Fufsboden im Chor und die Stufen vor und um den Altar sollen aus Marmor hergestellt werden.

Die Gesammtkosten waren auf 60450 Thlr. veranschlagt und sind durch einzelne Aenderungen bei der Superrevision auf 56020 Thlr. festgestellt worden. Bei den in der letzten Zeit ungemein hoch gestiegenen Arbeits- und Materialienpreisen ist es indessen schon jetzt zu übersehen, daſs mit dieser Summe der Restaurationsbau nicht bestritten werden kann, und ist daher diesseits die Aufstellung von Nachanschlägen schon veranlafst worden, wenngleich die Preise gegenwärtig fast wöchentlich steigen, und somit keine Garantie gewonnen werden kann, daſs Arbeiten zu erhöhten Preisen im Laufe eines Jahres dafür auch an zuverlässige Unternehmer vergeben werden können, namentlich da solche eine gewisse Scheu zeigen, Contracte abzuschlieſsen, welche länger als ein Baujahr laufen.

Indem wir hiermit die Mittheilung über die Herstellung des interessanten, ehrwürdigen Bauwerkes schlieſsen, von dessen malerischer Lage und Wirkung die Fig. 14 eine

Fig. 14. Der Limburger Dom von der Lahnbrücke.



Anschauung giebt, wünschen wir, daſs sich recht viele Fachgenossen durch diese Publication veranlafst finden möchten, den Dom zu Limburg und das an Naturschönheiten wie an Baudenkmälern so reiche Lahnthal recht bald zu besuchen, ein Ausflug, an den keiner ohne Befriedigung zurückdenken wird.

Wiesbaden im Januar 1873. A. Cremer.

Digitized by Google

Die Prämonstratenser-Abtei Knechtsteden.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 18 bis 21 im Atlas.)

Von der Eisenbahnstation Dormagen auf der Linie Cöln-Neufs sieht man in westlicher Richtung in einer Entfernung von einer starken halben Meile eine grofsartige Gebäudemasse über den durch Waldungen eingeschlossenen Horizont emporragen. Es ist die ehemalige Prämonstratenser-Abtei Knechtsteden. — Gegenwärtig bildet sie ein grofses Hofgut, gehört zur Bürgermeisterei Nievenheim im Kreise Neufs, Regierungsbezirk Düsseldorf, und ist nach Straberg eingepfarrt. Die Klosterkirche dient der Pfarrkirche zu Straberg als Hilfscapelle. Von den jetzt noch bestehenden Gebäuden der Abtei bietet nur die Kirche ein hervorragendes bauliches und kunstgeschichtliches Interesse. (Blatt 18 Situationsplan.)

1. Baugeschichte.

Ueber die Gründung und die Baugeschichte der Kirche giebt eine Klosterchronik (Fundatio Knetstedensis), welche der um die Geschichte des Rheinlandes sehr verdiente Pfarrer Mooren in Wachtendonk aus einem dem Pfarrarchive zu Grefrath bei Kempen angehörigen Codex in dem 7ten Hefte der Annalen des historischen Vereins für den Niederrhein mitgetheilt hat, vollständigen Aufschlufs.

An der Stelle, wo jetzt die Klostergebäude und die Kirche stehen, befand sich vor der Gründung des Klosters der Herren- oder Frohnhof Knechtsteden, damals dem Grafen Hugo, Dechanten am Domstifte zu Cöln, zugehörig. Hugo bestimmte am 25. Mai 1130 den Frohnhof mit allem Zubehör an Aeckern, Wäldern, Wiesen, Weiden, einer Mühle u. s. w. zu frommen Zwecken, damit er und seine Eltern Verzeihung ihrer Sünden gewinnen möchten, und damit fromme Menschen Gelegenheit hätten, dort in klösterlicher Zucht dem Herrn zu dienen. Auf den Rath Friedrich's I., Erzbischofs von Cöln, begann Hugo im Jahre 1132 an einer Stelle des genannten Hofes den Bau einer Kirche zu Ehren der heil. Magdalena, klein und bescheiden, weil ja das Unternehmen noch in seinen Anfängen war, mit der Absicht aber, im Laufe der Zeit, nachdem sich die Zahl der Mönche vermehrt, ein umfangreicheres Gebäude zu errichten. Zum Beginn dieses ausgezeichneten Unternehmens liefsen sich drei Männer durch göttliche Eingebung bestimmen, nämlich der Scholastiker Heribert von St. Aposteln in Cöln, dessen Bruder Berenger und ein Converse Gezo, welche die Grundlagen zu dem klösterlichen Leben und zum Bau ins Werk setzten. Heribert wurde Probst und sammelte, um die neue Anstalt zu bevölkern, Brüder für den göttlichen Dienst. [1])

Es ist hier also von einer vorläufigen kleinen Nothkirche die Rede; die jetzt noch bestehende umfangreiche Kirche ist ein Werk des Christianus, welcher, bisher Aedituus zu St. Andreas in Cöln, wenige Jahre nach der Gründung des Klosters in dasselbe eintrat. Er begann den Bau dieser Kirche zu Ehren unsres Herrn Jesu Christi, der glorreichen Jungfrau Maria und des heil. Apostels Andreas aus eigenen Mitteln, nachdem eine Religiose, Namens Udalinde, deren Gebeine auf der rechten Seite dieser Basilika ruhen, den ersten Stein gelegt hatte. So nun erbaute der fromme Mann das Sanctuarium und dessen Decke und vollendete die Wölbungen der Kreuzflügel zu beiden Seiten des Chores. [1])

Christianus war 1150 Probst geworden, starb aber schon im folgenden Jahre 1151. Unter seinem Nachfolger, dem Probste Herimann (1151—1181), und zwar unmittelbar nach dessen Amtsantritte, kam Albertus, Probst zu Aachen und Dechant am Domstifte zu Cöln, nach Knechtsteden und verwendete sein ganzes Vermögen zum Bau der Kirche. Er baute das Münster [2]) von da an, wo Christianus aufgehört hatte, bis zu Ende, errichtete die 3 Thürme, liefs die Glocken giefsen, und sparte nichts, was zum Glanze des Bauwerks dienen konnte, und verwendete für den Bau im Ganzen 1500 Mark. [3]) Sein Tod scheint im 3ten Viertel des XII. Jahrhunderts erfolgt zu sein, und sein Leichnam wurde vor dem Hochaltare der Kirche beigesetzt. Es war aber gleichzeitig in dieser Kirche ein Goldschmied, Namens Albert, welcher so viel durch seinen Kunstfleifs erworben hatte, dafs davon ein Theil des Dormitoriums erbaut und fast vollendet werden konnte. Endlich errichteten zwei Cölnische Bürger, Rüttger und Harporn, das Refectorium und die Oekonomiegebäude. [4])

---

1) Hugo in loco quodam ejusdem curtis anno domini 1132 in honorem Domini nostri Jesu Christi et beatae Mariae Magdalenae inchoari fecit ecclesiam structura quidem ob plantationis religiosae initia angustam et modicam, labente tempore et aucto religiosorum numero in augustius aedificium erigendam. Ad hujus tam insignis operis inchoationem Deus tres viros sua gratia excitavit, videlicet Magistrum Heribertum, Scholasticum s. s. Apostolorum Coloniae, et fratrem ejus Beringerum et quedam conversum Gezo nomine, qui religionis et structurae fundamenta jecerunt. Porro D. Heribertus praepositus creatus fratres colligens divino servitio et cultui mancipabat.

1) Paucis post annis aedituus sancti Andreae Coloniae Christianus nomine pietatis causa et religionis amore ad hunc locum se contulit et de rebus sibi a Deo collatis in honorem Domini nostri Jesu Christi et gloriosae virginis Mariae et sancti Andreae Apostoli anno domini 1138 hanc augustam inchoavit basilicam jacto primo lapide ab Udalinde religiosa faemina, cujus corpusculum in dextera parte hujus basilicae in sepulcro conditum est. Exstruxit itaque vir pius sanctuarium et testudinem ejus ab utraque parte chori fornices eorum consummavit.

Die Stelle exstruxit ist schwer zu verstehen.

2) Aus Dr. Ekertz Domblatt 1860 Nr. 138. — Unter monasterium ist wohl die Kirche zu verstehen; dafs monasterium diese Bedeutung hatte, geht z. B. aus einer Urkunde vom Jahre 1043 hervor, wo Erzbischof Hermann II. von Cöln sagt, er habe das von seinem Vorgänger begonnene monasterium von St. Severin vollendet, und die Erklärung hinzufügt: id est oratorium cum kripta: Quellen zur Gesch. der Stadt Cöln von Ennen und Eckertz, I. p. 478.

3) Successorum habuit Heribertus jam dictum Christianum qui in morbum incidit eoque per annum durante (a. 1151) diem suum obiit. Mortuo Christiano Herimannus propositus successit. Hujus tempore Albertus praepositus Aquensis et metropolitanae Colon. ecclesiae Decanus, vir omni morum honestate conspicuus ad hunc locum raptus tanto affectu Deum amavit, ut omnia sua hujus ecclesiae usibus erogaret. Is igitur monasterium ab eo parte, quam Christianus praepositus exstruxerat, usque ad finem perduxit, tres turres erexit, campanas confiari fecit et quidquid ad aedificii splendorem facere posset procuravit. In hanc structuram impendit mille quingentas marcas.

4) Tandem cum Deo placuisset, ipsum ex hoc calamitoso saeculo ad aeternae vitae libertatem evocare, corpus ejus in ecclesia ante summum altare honorificentissime posteris Mnemosynon conditum est. Erat autem tum temporis in hac ecclesia aurifaber,

Digitized by Google

Es wurde demnach der Bau nicht nur der Kirche, sondern auch des Klosters unter den drei ersten Pröbsten von 1138 bis 1181 vollständig beendet. Die Kirche ist nach einem von Anfang an festgestellten Plane, wahrscheinlich demjenigen des Christianus, zur Ausführung gekommen. Dr. Ekertz beantwortet in Nr. 189 des Cölner Domblattes von 1860 die Frage, wie es zu verstehen sei, wenn es von Christianus heifse, dafs er die Kirche gebaut habe, ganz treffend: Es ist eine gerechtfertigte Annahme, dafs während der romanischen Periode, also während der Zeit, in welche der Bau der Kirche zu Knechtsteden fällt, die Kleriker die technischen Baumeister waren. Es würde demnach die Annahme, dafs Christianus der Baumeister derselben gewesen sei, ganz zu den Zeitverhältnissen stimmen, obgleich es natürlich auch möglich bleibt, dafs er insofern der Erbauer der Kirche genannt wird, als er die Mittel zum Baue hergab.[1])

Bemerkenswerth ist es, dafs offenbar eine Aehnlichkeit zwischen der Kirche zu Knechtsteden und der Andreaskirche zu Cöln, wie diese vor dem Brande von 1220 war, stattfindet. In beiden Kirchen war die Anlage dieselbe, über der Vierung erhob sich ein achteckiger Thurm (oder Kuppel), das Chor war von zwei Thürmen flankirt, deren unterer Theil im Inneren der Andreaskirche noch zu sehen ist.

Der Umstand, dafs die Bauformen der Kirche in stetem Fortschritte von Westen nach Osten eine reichere Entwickelung zeigen, widerlegt die Annahme eines einheitlichen Planes nicht; es geht daraus nur hervor, dafs der Bau an der Westseite mit verhältnifsmäfsig geringeren Mitteln und demgemäfs einfacheren Bauformen begonnen wurde, und dafs mit den reicheren Mitteln und mit der zierlicheren Entwickelung der romanischen Details auch bei dem fortschreitenden Bau reichere und zierlichere Einzelheiten, namentlich an den Säulencapitälen, zur Anwendung kommen.

Zuletzt kamen zur Ausführung der Lettner und das Südportal, bei beiden ist das Blattwerk der Capitäle und das Material ganz übereinstimmend; endlich der Kreuzgang, wie dies aus den vollendeten Capitälformen zu schliefsen ist. Auch der in Otte's Geschichte der deutschen Baukunst am Schlufs der Seite 323 hervorgehobene Umstand, dafs im Kreuzmittel die Capitäle der an den vier Ecken als Gewölbeträger vorgelegten Halbsäulen 5 Fufs tiefer als die Hauptpfeiler des Schiffes liegen, und dafs dasselbe mit den durch einen Wandpfeiler getrennten Fensterpaaren in den Kreuzflügelfronten stattfinde, wird die Annahme des einheitlichen Bauplanes nicht widerlegt, denn auch der Kämpfer des Schwibbogens am westlichen Altarhause liegt 2 Fufs niedriger, als der Kämpfer des Langhauses.[1])

---

nomine Albertus, qui tantum labore suo acquisiverat, ex quo pars dormitorii perfici et paene absolvi poterat. Ad extremum duo cives Colonienses Rutteerus scilicet et Harpernus hyemale triclinium et granarium perfecerunt.

1) Diese Gelegenheit führt mich auf den Subdiakon Vogelo zurück, den ich in Nr. 166 des Domblattes für den Baumeister der Cuniberts-Kirche erklärte, und zwar auf Grund folgender Stelle: VI. kal. maii obiit vogelo subdyaconus; hujus consilio et magisterio inchoata et promota est nova fabrica ecclesiae (S. Cuniberti). Herr J. J. Merlo giebt dieser Stelle eine andere Deutung, indem er sagt: „Meiner Beurtheilung nach wird die Wirksamkeit des Vogelo keineswegs eine artistische, sondern eine blos administrative gewesen sein, auf die Herbeischaffung und Verwendung der Geldmittel zum Bauwerke beschränkt. Nach dieser Richtung hin ist er als Rathgeber und Verwalter bei dem Beginne und der Weiterausführung des neuen Baues mit thätig gewesen. Dafs bei dem Ausdruck hujus consilio hier an die Erfindung eines architektonischen Planes gedacht werden müsse, bliebe jedenfalls nachzuweisen, und welche verschiedenen Bedeutungen das magisterium fabricae gehabt habe, ist längst, und auch in diesem Blatte, erörtert und festgestellt worden." Dafs magister fabricae eine doppelte Bedeutung hat, ist eine ganz bekannte Sache und konnte mir um so weniger unbekannt sein, da ich selbst in Nr. 146 des Domblattes den Dechanten Philipp von Dhaun, von dem es in der chronica presulum (abgedruckt in den Annalen des hist. Vereins für den Niederrhein, Heft IV) heifst, dafs er magister fabricae gewesen, mit Rücksicht auf die Zeit, auf das 16. Jahrhundert, wo die Baukunst schon längst in die Hände der Laien übergegangen war, nicht für den technischen Baumeister, sondern für den Bau-Rendanten erklärte, „für einen von dem Domkapitel bestellten Commissar, der die Einkünfte des Domes, die Opfer und Sammlungen verwaltete." Wenn ich also die zweite Bedeutung des magister fabricae nicht annahm, so ist das absichtlich geschehen. Es ist bekannt, dafs bis ins dreizehnte Jahrhundert Künste und Wissenschaften Eigenthum der Klöster waren. „In der zweiten Hälfte des Mittelalters während der Herrschaft des romanischen Styles", sagt Schnaase (Gesch. der bild. Künste im Mittelalter, II. 1. S. 298), „war die Baukunst ganz oder fast ganz in den Händen der Geistlichkeit und der Mönche. In den Klöstern wurde nebst anderen Lehren auch die Architektur behandelt, aus ihnen gingen die Meister hervor, und ihre Laienbrüder waren ihre Gehülfen." (Vergl. besonders Kreuser's Dombriefe.) Ein vereinzeltes Beispiel führt Schnaase (Gesch. der bild. Künste II. 1. S. 300) an, und zwar das älteste ihm bekannte, indem der Bischof von Würzburg im Jahre 1133 einem gewissen Czelinus, einem Laien, der sich schon vorher als Baumeister einer Brücke bewährt hatte, curam et magisterium in reparanda et ornada ecclesia (Archiv des hist. Vereins für den Untermainkreis, Bd. IV., Heft I, S. 5) überträgt. Als im Jahre 1219 ein gewisser Albero die Gewölbe der Apostelkirche in Cöln vollendete, hielt man es für nöthig hinzuzusetzen, dafs er ein Laie war. Da nun der Bau der Cunibertskirche der romanischen Periode angehört, so haben wir den Baumeister unter dem Clerus zu suchen. Wenn es nun von einem Cleriker bestimmt gesagt ist, dafs unter seiner Meisterschaft die Cunibertskirche gebaut worden ist, so ist man wohl befugt, darin den technischen Baumeister zu finden. Denn dafs magisterium, wenn von einem Baue die Rede ist, die Baumeisterschaft, die Bauführung bezeichnet, geht z. B. aus der angezogenen würzburger Urkunde unzweifelhaft hervor. Nun kommt consilium hinzu. Consilium bleibt ganz in seiner gangbaren Bedeutung, wenn wir es von den Bau-Intentionen, von der Bau-Idee verstehen. Nun hiefsen allerdings die Bau-Rendanten auch wohl magister fabricae, eigentlicher provisores, procuratores, z. B im 13. u. 14. Jahrhundert (Lacombl. II. 652) genannt. Sie hatten hauptsächlich die Aufgabe, gewisse für den Bau bestimmte Einkünfte zu erheben und damit die Kirche in gutem Stande zu halten. Nach den Statuten des Andreasstiftes zu Cöln war es die Aufgabe des magister fabricae: recipere omnes et singulos fructus, proventus et obventiones fabricae debitos, decorem domus dei et locum habitationes gloriae suae diligere, ut talis decor observetur etc. Nimmt man magisterium fabricae in der obigen Stelle in diesem Sinne, so wäre consilium ein ziemlich müfsiger Zusatz, da in einem Zurathegehen mit den Mitteln die wesentlichste Thätigkeit des Magisteriums bestand. Herr Merlo sagt schliefslich, dafs er in seinem dem Abschlufs nahen Werke: „Die Meister der altcölnischen Bauhütte", über diesen Gegenstand weitläufiger handeln werde.

1) Herrn Otte scheint überhaupt nur eine mangelhafte Aufnahme der Kirche bekannt gewesen zu sein, die Säulenbasen und die Capitäldeckgesimse sind im Altarhause ebenso profilirt, wie im Langhause; der ursprüngliche Theil des Altarhauses ist noch jetzt mit einer Flachkuppel, nicht mit einem Kreuzgewölbe überspannt; das westliche Altarhaus hat keine äufsere Lisenen und nicht 5, sondern 3 jetzt vermauerte Fenster u. s. w.

Digitized by Google

Die ursprünglichen Klostergebäude und der Kreuzgang lagen an der Südseite der Kirche, wie dies an den an dieser Seite der Kirche noch vorhandenen Merkmalen wahrnehmbar ist (vgl. Bl. 19, Aufriſs der Westseite, unterer Theil des südlichen Kreuzschiffes). Die jetzt vorhandenen Gebäude stammen aus späterer Zeit.

Am 5. August 1134 bestätigte Erzbischof Bruno II. von Cöln die Stiftung der Abtei Knechtsteden, legte der dortigen Kirche rücksichtlich der Bewohner der Rottländerei die Pfarreigenschaft bei und verordnete mit Zustimmung des Convents, dem das desfallsige Wahlrecht zustehen soll, Gerard v. Hochstaden zum Vogt (Lacomblet Urkundenbuch. Band 1).

Aus dem Umstande, daſs die Kirche von Anfang gleichzeitig Kloster- und Pfarrkirche war, konnte auf die ursprüngliche Errichtung zweier Altarhäuser geschlossen werden.

Mittelst Urkunde des Jahres 1155 nimmt Kaiser Friedrich I. die Abtei Knechtsteden in seinen Schutz und bestätigt derselben ihre namentlich aufgeführten Besitzungen und das Recht, einen Vogt zu wählen. (Lacomblet Urkundenbuch.) Die Besitzungen der Abtei waren damals schon sehr groſs; es gehörten dazu aufser dem Frohnhof Knechtsteden noch 25 Hofgüter, zwei Weingüter in Königswinter und Remagen, und zwei Mühlen.

Unter dem eilften Probst Gottschalk von 1216—1228 wird Knechtsteden zur Abtei erhoben.

Während des burgundischen Krieges (1474—1477), als Carl von Burgund die Stadt Neuſs belagerte und die Truppen des Erzbischofs Rupprecht v. d. Pfalz die Umgegend von Neuſs verwüsteten, wurde Knechtsteden ein Raub der Flammen, weil der Abt Heinrich v. Schlikum (1447—1474) zu dem erzbischöflichen Gegner, Gubernator Hermann v. Hessen, hielt. Der Abt floh mit seinen Mönchen nach Cöln, wo die Abtei ein Haus, den Knechtsteder Hof in der Maximinenstraſse alte Nr. 2706, jetzige Nr. 26 besaſs, und wo die Mönche gewöhnlich während ihrer Studien an der cölnischen Universität wohnten. (Notizen von Obersecretär Fuchs im Archiv zu Cöln.) Abt Heinrich starb daselbst 1474. Sein Nachfolger Abt Luttgerus v. Monheim (1474—1491) baute das Kloster wieder auf und führte die Mönche 1477 in das Kloster zurück. (Annalen d. historischen Vereins für den Niederrhein 2. Jahrg., 1. Heft, 2. Abth., S. 131.) Demnach lieſs Luttgerus den spätgothischen Theil im hohen Chor erbauen und das Kirchendach erneuen.

Unter dem Abt Leonard Treveren (von 1619—1666) wurde das Kirchendach wiederum erneut. Dessen Nachfolger Abt Petrus Gillrath (1667—1678) lieſs die ihm anvertraute Kirche neu ausschmücken, ferner die Wohnung des Abtes, einen Sprechsaal und andere bedeutsame Bauten ausführen. Abt Petrus Treveren (von 1679—1698) erbaute das Dormitorium. Diese Bauausführungen sind jetzt noch vorhanden, sie bilden das um den quadratischen Hof belegene Gebäudeviereck zunächst der Nordseite der Kirche. Der Rest der auf dem Situationsplane Blatt 18 dargestellten Gebäude, nämlich die Abtwohnung und die Oekonomiegebäude, wurden unter Dionysius Kochs (von 1754—1769) begonnen und unter Abt Henricus Kenter (1769—1777) beendet. Unter letzterem erhielt die Kirche eine neue innere Ausmalung.

Die folgende Baubeschreibung beschränkt sich auf das Kirchengebäude.

2. Baubeschreibung.

Die Abteikirche ist eine gewölbte Basilika mit Stützenwechsel. Der Grundriſs, ein lateinisches Kreuz, nähert sich in hohem Maafse der typischen Grundform der Kirchen romanischen Styls. (Blatt 19.)

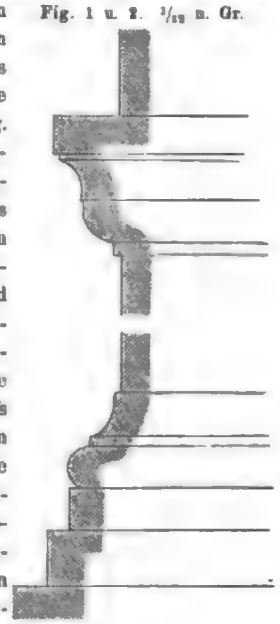
Eigenthümlich ist die Anlage zweier Altarhäuser an der Ostseite und an der Westseite, von denen ersteres das bedeutsamere.

Das Langhaus ist dreischiffig und 60 Fufs im Lichten weit. Das Hauptschiff, 27 Fufs im Lichten weit und 47½ Fufs hoch, bildet vier fast quadratische Abtheilungen, bezeichnet durch vier Hauptstützenpaare und die darüber gespannten einfachen halbkreisförmigen Kreuzgewölbe. In jeder Abtheilung öffnen sich je zwei Arkaden gegen die Seitenschiffe, welche, den eben erwähnten Arkaden entsprechend, mit einer doppelten Zahl, d. h. mit je 8 ebenfalls quadratischen Kreuzgewölben überspannt sind. Die Mittelpunkte der Stützen und die Mittellinie der darauf ruhenden Hauptmauer des Mittelschiffs fallen nicht in dieselbe Vertikalebene (letztere ist 6⅛ Zoll rhein. von der mittleren Längenaxe der Kirche mehr entfernt, als die erstere); dieser Umstand ist auf die Gliederung des Haupthauses von Einfluſs.

Von den vorgenannten Hauptstützenpaaren sind, von Westen beginnend, die 3 ersten Paare quadratische Pfeiler von 42 Zoll Seitenlänge, umgeben von 4 Dreiviertelsäulen, deren Durchmesser 16 Zoll beträgt.

An der Seite des Hauptschiffs erheben sich die Dreiviertelsäulen mit anschlieſsenden 9 Zoll vortretenden Theilen der Pfeiler bis zur Kämpferhöhe der Kreuzgewölbe, von denen erstere durch theils schlichte, theils verzierte Würfelcapitäle mit Kämpfergesimsen, letztere nur durch Kämpfergesimse gekrönt sind. (Blatt 20, Längendurchschnitt.) Ueber den Pfeilervorlagen entwickeln sich zunächst die Stirnbogen, welche, ohne Vorsprung beginnend, gegen den Scheitel hin an Stärke zunehmen, und welche eben so breit als die Pfeilervorlagen stark sind. Die Quergurte steigen in gleichmäſsiger, der Ausladung des Kämpfergesimses entsprechender Stärke und einer mit der Viereckseite des zugehörenden Würfelcapitälsübereinstimmenden Breite empor und erhalten durch Fortsetzung des Säulenschaftes das übliche Wulstprofil. Die Kreuzgurte sind ohne Profilirung.

Fig. 1 u. 2. 1/12 n. Gr.

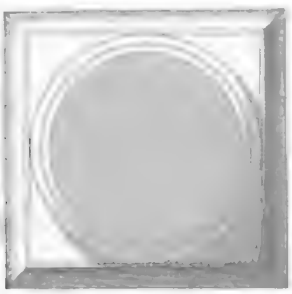


An der Seite der Seitenschiffe erheben sich die Halbsäulen der Hauptstützen nur bis zur Kämpferhöhe der Arkaden und dienen als Träger der Quergurte. (Blatt 19, Fig. 3 und Blatt 20, Fig. 2.) Die zwei anderen Halbsäulen dienen als Träger der Arkaden, auf denen die Längenmauern des Hauptschiffs ruhen. Die mittleren Stützen jedes Arkadenpaares zwischen je zwei Hauptstützen haben wechselnde Formen, deren architektonische Gliederung übereinstimmend mit derjenigen der ganzen Kirche nach Osten hin an Ent-

Digitized by Google

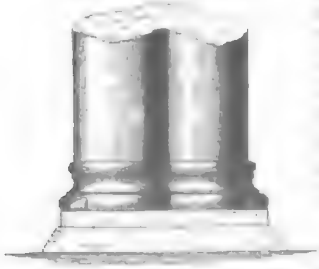
wickelung gewinnt. In dem ersten System sind es 2 kräftige in der Grundform quadratische Pfeiler, deren Stärke (33 Zoll) — der Dicke der darauf ruhenden Arkade, mit Fufs- und Kämpfergesims von vorgezeichneter einfacher Form (Fig. 1 u. 2). In dem 2ten und 3ten System dienen 4 derbe, stark verjüngte Säulen; der untere Durchmesser beträgt 30 Zoll, der obere 23 Zoll. (Fig. 3 u. 4.) Das Fufsgesims, etwas erhoben, hat die nachstehende Form der attischen Base, die

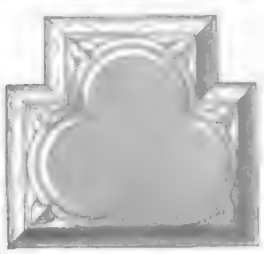
Fig. 3 u. 4. $^1/_{24}$ n. Gr.



auf einem quadratischen, an den oberen Kanten abgefas'ten Blocke ruht; während das untere Pfühl der Fufsgesimse bei allen in der Kirche vorhandenen Säulen an den 4 Ecken der Grundplatte mit den, die erste Zeit der romanischen

Fig. 5 u. 6. $^1/_{24}$ n. Gr.



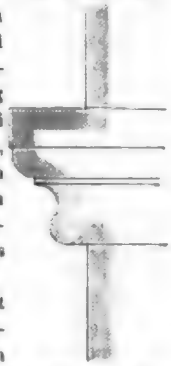


Bauperiode charakterisirenden knollenartigen Verzierungen versehen sind, fehlt letztere an den eben genannten vier Säulen. Das Capitäl zeigt eine dem Würfelcapitäl ähnliche, ziemlich rohe Form.

In dem 4ten System, zunächst dem Querhaus, besteht jede der 2 Stützen aus drei gekuppelten Dreiviertelsäulen in gezeichneter Form und schönen Würfelcapitälen. (Fig. 5 u. 6.) Die lichte Weite der Arkaden beträgt 9 Fufs 7 Zoll, die lichte Höhe 21 Fufs 5 Zoll.

Der oben erwähnte Umstand, dafs die Mittellinie der Stützen mit derjenigen der Arkaden, die auf denselben ruhen, nicht in einer Vertikalebene liegen, gab zu den im Querdurchschnitt *AB* Blatt 19, Fig. 2 ersichtlichen, auf Blatt 20, Fig. 9 in gröfserem Maafsstabe dargestellten vermittelnden Anordnungen Veranlassung. Im Hauptschiff über den Arkaden, dieselben gewissermafsen krönend, ist eine horizontale Gurtung $10^1/_2$ Zoll hoch und 6 Zoll ausladend nach beigezeichnetem Profil (Fig. 7), welche durch die höher hinaufsteigenden Pfeilervorlagen unterbrochen wird. (Blatt 20, Längendurchschnitt.) In dem hierdurch begrenzten oberen Theil der Stirnmauer gruppiren sich, den gegebenen Raum in entsprechender Anordnung füllend, die rundbogigen Fenster, je zwei in jedem System (9 Fufs 2 Zoll hoch, 2 Fufs 9 Zoll breit); die Leibungen, nach Innen schräg abgefast, erweitern sich zu einer Breite von 4 Fufs 3 Zoll. In gleicher Weise sind die Brüstungen auf 5 Fufs Höhe abgeschrägt.

Fig. 7. $^1/_{12}$ n. Gr.



Die Seitenschiffe, $16^1/_2$ Fufs breit und $24^1/_2$ Fufs hoch, sind mit je 8 Kreuzgewölben überspannt, welche an den äufseren Hauptmauern über Halbsäulen (mit Ausnahme eines einzigen Wandpfeilers im nördlichen Seitenschiffe, der dritte von Westen) in den Ecken der Westseite über Viertelsäulen, in den Ecken der Ostseite über Eckpfeilern sich entwickeln, und zwar ähnlich wie im Hauptschiffe mit rechtwinklig profilirten beiderseitigen Stirngurten und Quergurten, ohne Wulstprofil.

Auf Blatt 20, Fig. 5—10, sind Capitälformen der Halbsäulen der Seitenschiffe dargestellt, sie zeigen eine feinere Durchbildung als diejenigen im Hauptschiff.

In dem südlichen Seitenschiffe sind die Fenster noch vollständig, in dem nördlichen dagegen wegen des jetzigen, im 17ten Jahrhundert errichteten Kreuzgangbaues vermauert; dieselben, 3 Fufs 9 Zoll breit und 9 Fufs hoch, reichen bis unmittelbar unter die Gewölbe und sind wie im Hauptschiff nach Innen mit abgeschrägten Leibungen und Leistungen versehen.

Das Querhaus. Die Länge innerhalb der Mauern beträgt 82 Fufs 10 Zoll, die Breite 24 Fufs 6 Zoll, die Höhe 50 Fufs 2 Zoll. Die Hauptpfeiler, welche das Langhaus mit dem Querhaus verbinden, haben ähnlich den Hauptstützen des Langhauses, letztere gleichsam fortsetzend, quadratische Grundform, an deren Seiten vier Pfeilervorlagen mit Dreiviertelsäulen vortreten. Während die Halbsäulen Fufsgesimse nach Art der attischen Basen haben, erhebt sich der Kreuzpfeiler unmittelbar auf der gemeinsamen, an der oberen Kante abgefasten Grundplatte. Auf diesen 2 Kreuzpfeilern und den gegenüberstehenden in gleicher Weise entwickelten Eckpfeilern des Altarhauses spannen sich die 4 treppenförmig profilirten Schwibbögen, welche die mittlere Vierung begrenzen; die Kämpfer derselben liegen 4 Fufs $1^1/_4$ Zoll niedriger, als die der Gewölbe im Hauptschiff.

Ueber dem Querhaus wölben sich 3 Kuppeln, von denen die über der Vierung unmittelbar auf den Schwibbögen sich entwickelt, während die Kuppeln über den Kreuzarmen eine weitere Vorbereitung durch je 4 Stirnbogen erhalten. Letz-

Digitized by Google

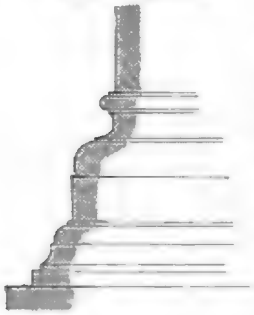
tere ruhen auf Consolen, die nach Art der Würfelcapitäle theils schlicht, theils ornamentirt, jedoch ohne Kämpfergesimse geformt sind, und 14½ Zoll über den Kämpfern der Vierung beginnen. Jeder der 2 Kreuzarme hat 5 Fenster, deren Form der der anderen rundbogigen Fenster entspricht; es sind hiervon 2 Fenster an der Nordseite vermauert.

Wie in der Grundrifszeichnung und in dem Querdurchschnitte durch punktirte Linien angedeutet ist, waren an der Ostseite der Kreuzarme zwei kleine Nebenabsiden von 4 Fufs 2 Zoll Halbmesser, von denen jetzt nur noch die Fundamente vorhanden sind. Die Maueröffnungen, 7 Fufs 10 Zoll weit, mit Ziegeln vermauert, sind, leicht erkennbar, verhältnifsmäfsig schmal und hoch.

Das Altarhaus, ein quadratischer, 22 Fufs breiter Raum, ursprünglich wie das Querhaus mit einer Kuppel überwölbt und östlich durch eine halbrunde Altarnische geschlossen. Von den Umfassungen der letzteren ist nur der untere Theil bis etwa 10 Fufs hoch vorhanden, darüber erhebt sich, auf halben Achtel, ein spätgothischer Bau mit hohen spitzbogigen Fenstern und einem Sterngewölbe, dessen Rippen auf roh geformten Consolen beginnen. Den Anschlufs an den übrig gebliebenen Theil der Kuppel vermittelt ein spitzbogiger profilirter Gurtbogen, der in eigenthümlicher Weise über einer, auf einem Consol ruhenden, schlanken romanischen Wandsäule mit ornamentirtem Würfelcapitäl sich entwickelt. Zu bemerken sind die zwei Vierpafs-förmigen Oeffnungen an der Nord- und Südseite des Altarhauses, in der Nähe der Kuppel. (Vergl. Längendurchschnitt Blatt 20.)

Das Altarhaus scheint von der Vierung durch eine steinerne Schranke getrennt gewesen zu sein (Blatt 19, Fig. 3 und Blatt 20 Fig. 10 u. Längendurchschnitt), wenigstens kann der eigenthümliche Unterbau der zwei Halbsäulen an der Ostseite des Querhauses als Rest eines Lettners betrachtet werden. Auf einem feinen Pfeilerchen, mit je zwei Ecksäulen mit attischen Basen und zierlichen Blattcapitälen ruht ein Aufbau mit einem an dem unteren Theile durch einen kräftigen Löwenkopf gezierten Krönungsgesims. Gegen die Kreuzarme enden die Architekturtheile in angemessener Weise, nach dem Altarhause jedoch sind dieselben ungeschickt abgeschrottet und Kalkmörtel beigeschmiert. Unter letzteren gewahrt man die Bogenansätze von Arkaden. Die Säulenschafte und der unter den Capitälen befindliche Rundstab sind von schwarzem Marmor, die Capitäle von feinem gelblichen Kalkstein, sämmtliche anderen Theile des Lettners von Trachyt aus dem Siebengebirge. Die anschliefsende Wandseite, welche das Altarhaus von der Vierung trennt, hat nachstehend dargestellte Profilirung der Basis. (Fig. 8.)

Fig. 8. $\frac{1}{12}$ n. Gr.



Die Kirche hat, wie dies bei vielen bedeutenden Kirchen der romanischen Zeit der Fall ist, aufser dem östlichen Altarhause noch ein zweites an der Westseite: eine halbrunde, mit einer Halbkuppel überwölbte Altarnische, welche sich gegen das Hauptschiff mittelst eines einfachen, auf einer Pfeilervorlage ruhenden Schwibbogens öffnet. Der Kämpfer des letzteren liegt 2 Fufs $1\frac{1}{2}$ Zoll niedriger, als derjenige der Kreuzgewölbe des Langschiffes, und 2 Fufs höher, als derjenige des Kuppelgewölbes in der Vierung. Die des grofsen rundbogigen Fensters, welche der Altarnische früher Licht gaben, sind vermauert.

Der Fufsboden im Querhaus und dem östlichen Viertel des Langhauses liegt eine Stufe höher als die andern drei Viertel des Langhauses, das westliche Altarhaus dagegen 4 Stufen oder $28\frac{1}{4}$ Zoll niedriger als das östliche Altarhaus. Die Gesammtlänge der Kirche innerhalb der Mauern gemessen beträgt 189 Fufs 3 Zoll.

Unter dem Fufsboden des westlichen Theils des Hauptschiffes ist ein Grabgewölbe. Man gelangt durch eine mit 3 Steinplatten geschlossene viereckige Oeffnung 10 Stufen hinabsteigend in einen länglich viereckigen, mit einer Tonne überwölbten Raum von 27 Fufs 8 Zoll Länge, 11 Fufs 10 Zoll Breite und 6 Fufs 3 Zoll Höhe, an dessen Ostseite 3 niedrige Sargkammern errichtet sind. Jede der letzteren ist 22 Zoll hoch, 26 Zoll breit und 6 Fufs 10 Zoll lang. Die ganze Anlage rührt aus neuerer Zeit her, ist in Backsteinen ausgeführt und ohne besonderes Interesse, ebenso die noch vorhandenen Reste von Särgen, die aus Eichenholz bestehen und durchaus roh zusammengezimmert sind.

Die Wand- und Deckflächen im Innern der Kirche waren mit Verputz versehen; alle aus Hausteinen bestehenden Architekturtheile, Gesimse, Säulen, Pfeiler, Gewölberippen, waren nicht verputzt. Die noch vorhandenen Spuren lassen auf Farbenschmuck im Innern der Kirche schliefsen; so waren die Fufsgesimse und Schafte der Säulen roth, der Rundstab zwischen Schaft und Capitäl vergoldet, die Würfelcapitäle aufser einer reichen Vergoldung mit roth, blau und dunkelbraun bemalt. In nachstehender Figur 9 bezeichnet g — Gold, b — blau, r — roth, x — braun.

Fig. 9.
$\frac{1}{12}$ n. Gr.

An den ornamentirten Capitälen war das Blattwerk hellgrün mit vergoldeten Rändern auf schwarzem Grunde. An den Capitäldeckgesimsen sind Deckplatte und die kleineren Plättchen vergoldet, Kehle und Wulst blau.

An dem Gurtgesims über den Arkaden war die obere Platte vergoldet, der darunter befindliche Wulst hatte vergoldete Linienverzierungen auf schwarzem Grunde.

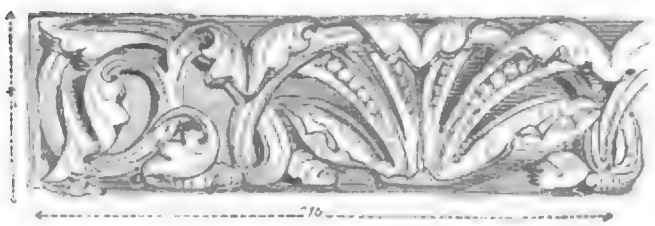
Ob andere Gliederungen, die Gewölbegurte, die Gewölbe selbst oder die grofsen Wandflächen in Farben geschmückt waren, ist nicht zu erkennen. Man kann eher annehmen, dafs dies nicht der Fall war, da die Ordensregel der Prämonstratenser bei Ausstattung der Kirchengebäude grofse Einfachheit gebot.

Gegenwärtig sind Wand- und Deckenflächen mit Weifskalk getüncht, Säulen und Pfeiler grau marmorirt und namentlich die westliche Abside mit rohem Material aus dem Ende des vorigen Jahrhunderts bedeckt.

Die Fenster sind in Blei verglast, in der in den Aufrissen und Durchschnitten angegebenen Art, ohne irgend welche Anwendung von farbigem Glase oder von Glasmalerei. Die einzelnen Felder, gewöhnlich 9 Scheiben, sind zwischen starken Eisenstangen befestigt.

Die Kirche ist mit den Klostergebäuden an der Nordseite durch 3 Thüren verbunden; davon führen 2 zum Kreuzgange, die dritte in dem nördlichen Kreuzarme zur Sakristei. Diese drei Thüren, ebenso die Pforte an dem Westende des südlichen Seitenschiffs, sind ohne architektonische Bedeutung, dagegen zeigt die an der Südseite ins Freie führende Hauptthür an der Aufsenseite die reiche Anordnung rundbogiger Portalbauten. (Blatt 18.) Das viereckige einfache Thürgewände und das über dem Thürsturze befindliche Tympanon sind mit einer reichen Gliederung, bestehend aus drei rechtwinkligen Abstufungen und zwei in den Ecken angeordneten Säulen, umgeben. Die attische Base (jedoch ohne Wulstverzierung) auf der abgefasten Sockelplatte ist von Trachyt aus dem Siebengebirge; die Abstufung zunächst der Thüröffnung, deren Kante als flacher Wulst profilirt und mit einem schönen Blattornament (Fig. 10) versehen ist, besteht aus feinkörni-

Fig. 10. $^1/_{14}$ n. Gr.



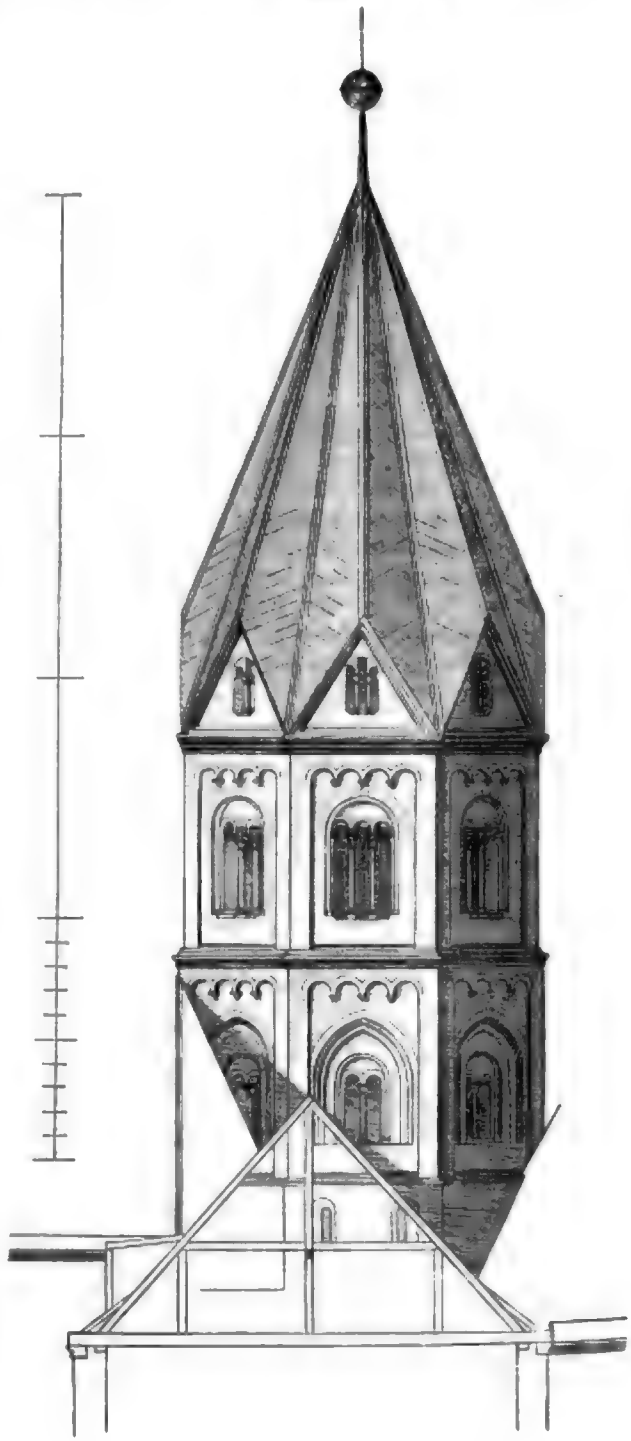
gem gelben Sandstein; die zunächstfolgenden Stufen sind in 8 Quaderschichten, abwechselnd von Niedermendiger Basaltlava und von Drachenfelser Trachyt, aufgebaut, eine an den Kirchen in Cöln, namentlich an St. Aposteln bei Pfeilervorlagen vielfach wiederkehrende Anordnung. Die äufserste Stufe ist wiederum von Sandstein und an ihrer Kante mit einem Karnies profilirt. Die Säulenschafte bestehen aus schwarzem Marmor. Die mit reichem Blattornament versehenen Capitäle zeigen Spuren ehemaligen Farbenschmucks und das Deckgesims ein feines Karniesprofil. Ueber denselben entwickelt sich aus der bekannten abgefasten Sohlplatte die aus feinem Sandstein bestehende Archivolte als einfache Fortsetzung der vertikalen Gliederung.

Die anderen Theile des Portals sind aus dem vorigen Jahrhundert modern und zopfig.

Die Thürflügel in den vorbeschriebenen Thüren sind weder durch Material noch durch Form oder Alter bemerkenswerth.

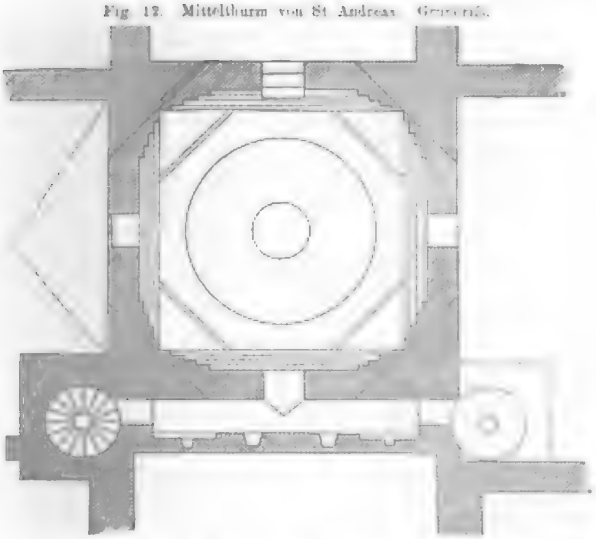
Thürme. Auf den 4 Pfeilern der Vierung über der Kuppel, daher von Innen nicht sichtbar, vermittelt durch vier Bogen und Zwickel, erhebt sich ein mächtiger achteckiger Glockenthurm in einer Gesammthöhe von 118 Fufs, vom Erdboden bis zur obersten Spitze gemessen. Die Bogen sind 3 Fufs breit nach einem stumpfen Spitzbogen construirt, in zwei Ringen von je $1\,^1/_2$ Fufs Höhe gewölbt. Der untere Theil des Thurmes tritt noch viereckig aus dem Dach, und

Fig. 11. Mittelthurm von St. Andreas.



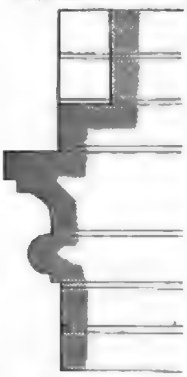
Digitized by Google

Fig. 12. Mittelthurm von St. Andreas. Grundriss.



ist von dem darüber sich entwickelnden Achteck durch ein aus Tuffstein construirtes Gurtgesims getrennt. Die Viereckseite ist 28 Fuſs 4 Zoll lang, die Achteckseite ist 11 Fuſs 8 Zoll lang. Der Uebergang vom Achteck zum Viereck ist durch flache Verdachungen vermittelt. Das Hauptgeschoſs des Thurmes hat rundbogige dreiseitige Gruppenfenster; die und trennenden Säulchen, 5 Zoll im Durchmesser, mit Capitäl Consol, sind auf Bl. 19 Fig. 1 u. 20 Fig. 11 dargestellt. Ueber dem das Stockwerk krönenden Bogenband sind kleine zweitheilige Rundbogenfenster; dann folgt das Hauptgesims und die achtseitige hölzerne, mit Dachschiefern gedeckte Pyramide. Aus der Structur des Mauerwerks im Innern des Thurmes (Blatt 20 Längendurchschnitt) geht unzweifelhaft hervor, daſs der Thurm ursprünglich keinen horizontalen Abschluſs, sondern Giebel hatte, in denen die acht kleinen Fenster sich befanden. Es ist auch die Thurmspitze nicht die ursprüngliche, sie stimmte wahrscheinlich mit derjenigen des in Fig. 11 und 12 skizzirten Mittelthurmes von St. Andreas überein, wie überhaupt beide Kirchen manche Uebereinstimmung zeigen. Das Gurtgesims unter dem oberen Achteck von S. Andreas zeigt dasselbe Profil, wie dasjenige in Fig. 13 von Knechtsteden. Zu erwähnen ist noch, daſs in den Giebelfenstern, welche nur 2 Fuſs breit sind, die Mittelsäulchen wahrscheinlich immer gefehlt haben. Der Raum zwischen diesen Giebelfenstern und dem darunter befindlichen Bogenband ist so klein, daſs anzunehmen ist, es habe unter den Giebeln das horizontale Hauptgesims gefehlt. In dem alten Glockenstuhle, welcher nicht der ursprüngliche ist, fehlen die Glocken.

Fig. 13. $^1/_{12}$ n. Gr.



Neben dem Altarhaus, in den Ecken, welche durch das anschlieſsende Querhaus und Nebenabsiden gebildet werden, sind zwei viereckige Nebenthürme; es beträgt die lichte Weite im Erdgeschoſs 8 Fuſs 10 Zoll zu 9 Fuſs 11 Zoll, die Dicke der Umfassungen 3 Fuſs; die 6 Zoll vortretende Eckpfeilervorlage ist 2 Fuſs 5 Zoll breit, demnach würde die äuſsere Breite unten 15 Fuſs 10 Zoll, beziehungsweise 16 Fuſs 11 Zoll betragen; nach oben werden die Thürme quadratisch und verjüngen sich über dem Hauptgesims der Kirche bis auf 10 Fuſs 2 Zoll Breite. Die Thurmhöhe beträgt bis zur Oberkante des Hauptgesimses 83 Fuſs, bis zur Spitze 97 Fuſs. Ob die Thurmspitzen die ursprünglichen sind, ist nicht festzustellen, wahrscheinlich, daſs diese Thürme ursprünglich in flachen Giebeln und flachen Spitzen endigten, ähnlich wie die Ostthürme von St. Gereon in Cöln. Das 2te Stockwerk der Thürme steht mit den Kreuzarmen des Querhauses durch kleine rundbogige gekuppelte Fensteröffnungen (Blatt 19 Querdurchschnitt *CD*) in Verbindung.

Aeuſseres der Kirche. Dasselbe ist in einer perspectivischen Ansicht Blatt 18, in einem Aufriſs der Südseite Blatt 20 und in einem Aufriſs der Westseite Blatt 19 dargestellt. Auch hier, wie im Inneren zeigt sich die von Westen nach Osten fortschreitende architektonische Formenentwickelung.

Die westliche Absida ist sehr einfach, der Sockel aus einer 9 Zoll hohen kantigen und zwei darüber befindlichen 7 Zoll hohen gefasten Platten bestehend (Fig. 14). Das Hauptgesims (Fig. 15) besteht aus zwei Wulsten mit dazwischen gelegter Kehle und ist 2 Fuſs 2 Zoll hoch.

Fig. 14. $^1/_{24}$ n. Gr.

Fig. 15. $^1/_{24}$ n. Gr.

Der darüber befindliche Westgiebel des Mittelschiffs vom Langhaus enthält, aus Eisenwerken gebildet, die Jahreszahl 1131, welche das Gründungsjahr (25. Mai 1130) zwar annähernd richtig bezeichnet, die aber neueren Ursprungs ist und wahrscheinlich zur Zeit der im Jahre 1631 hergestellten neuen Bedachung ausgeführt wurde. Im Giebel des nördlichen Kreuzarmes, welcher durch das anschlieſsende Klostergebäude vorbaut und deshalb von Aufsen nicht sichtbar ist, befindet sich ebenfalls, durch Eisenanker hergestellt, die Jahreszahl 1631. Das kleine Rundbogenfenster im Westgiebel ist ursprünglich.

Die Südseite der Kirche ist, soweit dieselbe den Seitenschiffen des Langhauses entspricht, ohne Sockelgesims. Dieser Umstand, ferner die Rundbogennischen am östlichen Ende dieses Seitenschiffes (Blatt 20, Aufriſs der Südseite), sodann die dreigetheilte Rundbogenöffnung an der Westseite des südlichen Kreuzarmes (Blatt 19, Fig. 1) mit den darüber befindlichen Mauereinschnitten sprechen für die Annahme, daſs der romanische Kreuzgang an diesen Theil der Kirche sich angeschlossen habe, und daſs dieser Kreuzgang später an die schon vorhandene Kirche angebaut worden sei. Auf

Blatt 21 ist eine Anzahl der aufserordentlich schönen Capitäle, welche unzweifelhaft von diesem Kreuzgang herrühren, abgebildet. Diese Capitäle, eine Anzahl der kurzen Säulenschafte von schwarzem Marmor, endlich viele zugehörenden Basen, nach attischer Profilirung, befanden sich 1858, als der Unterzeichnete mit der Ausmessung der Kirche beschäftigt war, in einem Raume neben der Sakristei, im Kreuzgange an der Nordseite der Kirche; sie sind jetzt in einem Park bei Königswinter aufgestellt. Die Abtei hat seitdem ihren Besitzer gewechselt.

Unter dem Hauptgesims der Südfront des südlichen Seitenschiffs ist ein Bogenfries; drei Bogen entsprechen einem Kreuzgewölbesystem des Seitenschiffes, der mittlere umrahmt den Bogen des Fensters.

Die Südseite am Hochbau des Langschiffes hat vortretende Lisenen, welche oben mit einem 3 Zoll dicken Rundstab abschliefsen und einen Bogenfries tragen. An dem Westende beginnt der Bogenfries auf einer Auskragung. Zwischen dem Bogenfries und dem ebenfalls alten, aus Wulst, Kehle und Deckplatte bestehenden Hauptgesimse befindet sich eine 15 Zoll hohe Zwischenmauerung von Ziegeln. Es scheint,

Fig. 16. $^1/_{24}$ n. Gr.

dafs das Hauptgesims, welches ursprünglich unmittelbar auf dem Bogenfries lag, bei Gelegenheit einer Dacherneuerung um diese 15 Zoll höher gelegt worden ist. Die Fenstereinfassungen haben ein $8^1/_4$ Fufs breites Wulstprofil, die Kreuzarme sind zweitheilig, haben in den Ecken stark vortretende, nach oben hin zu flacher werdende Eckpfeiler. Die Rundbogen befinden sich in vertieften Blenden, deren rundbogige Ueberwölbungen auf ausgekragten Kämpfern sich entwickeln (Fig. 16). Darüber wird das Mauerwerk aufsen dünner und es folgt das Consolengesims (Fig. 17), in

Fig. 17. $^1/_{24}$ n. Gr.

welchem die Consolenform nach 2 Mustern abwechselt. Der Giebel hat 3 Blenden; das ganze Kreuzschiff ist aus einem Guís mit der Ausnahme, dafs ursprünglich der Giebel 3 Fufs niedriger war. Dieser geringeren Höhe haben auch die ursprünglichen Dächer entsprochen; im inneren Dachraume sind die alten Dachansätze und die alte Dachneigung noch leicht erkennbar.

Das östliche Altarhaus ist in dem unteren Theile und in dem zunächst den Chorthürmen befindlichen, bis zum Hauptgesimse reichenden Aufbau romanisch, das halbe Spitzbogenfenster ist hier eingeschrottet; neuer, d. h. spätgothisch, sind nur die drei Achteckseiten mit den Spitzbogenfenstern.

Die äufseren Ansichtflächen der Kirche sind jetzt verputzt, sie waren es ursprünglich nicht; sie bestehen zunächst aus Tufstein; in den glatten Mauern sind die Tufsteine $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Fufs lang, durchschnittlich 9 Zoll breit, in 4 Zoll hohen Schichten aufgemauert. Die Mauerecken der Kirche und die dem Angriff des Wetters mehr ausgesetzten Architekturtheile bestehen aus Drachenfelser Trachyt, in Schichten von 7 bis 14 Zoll Höhe.

Ausschmückung der Kirche. Die Kirche hat 3 Altäre; die Seitenaltäre und der hölzerne Aufbau des Hauptaltares sind aus dem vorigen Jahrhundert, nur der Tisch des Hauptaltares ist alt, dabei sehr einfach. Er besteht aus Trachyt von grünlicher Farbe; die Platte besteht aus einem Stein 8 Fufs 6 Zoll lang, 4 Fufs 9 Zoll breit und $4^1/_4$ Zoll hoch. Der Tisch ist 3 Fufs 4 Zoll hoch. Vorn dicht unter der Tischplatte ist eine Oeffnung 8 Zoll hoch, $5^1/_4$ Zoll breit, welche in ein Behältnifs von kreuzförmiger, nebenstehend skizzirter Grundform führt. In dem Altartische, von der Hinterseite zugänglich und mit einer Thür verschliefsbar, ist ein $2^1/_2$ Fufs tiefer, 22 Zoll breiter und $2^1/_2$ Fufs hoher Raum. In dem Westende des nördlichen Seitenschiffes, neben der kleinen Pforte in der Wand eingemauert, befindet sich ein steinernes Weihwasserbecken von alter Form (Blatt 21). In dem westlichen Ende des südlichen Seitenschiffes steht der auf Blatt 21 dargestellte Taufstein aus schwarzem Marmor, sehr roh gearbeitet.

In dem Fufsboden des südlichen Kreuzarmes an der im Grundrifs angedeuteten Stelle sind 2 Grabplatten eingelassen; die zunächst dem Chor befindliche ist von Sandstein, 7 Fufs lang, 3 Fufs 5 Zoll breit, bezeichnet das Grab des Peter Tevern, Abtes von 1678 — 1698, dessen Gebeine nach dem Grefrather Codex (Annalen des historischen Vereins f. d. Niederrhein 7. Heft, S. 56 in choro b. Mariae virg. ad cornu evangelii) im Chor der heil. Jungfrau Maria an der Evangeliumseite ruhen. Demnach befand sich in der Abside des südlichen Kreuzarmes der Marienaltar. Die auf der Grabplatte befindliche Inschrift lautet:

CHRONICON . . . . .
PETER . TEVERN . ABBAS . ET
VICARIUS . GENERALIS
OBIIT
MODO . VIVIT . IN . AXE

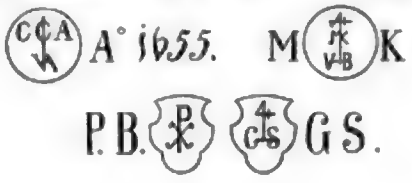
Die Jahreszahl fehlt.

Die daneben befindliche Grabplatte ist von Schiefer, $7^1/_2$ Fufs lang, 3 Fufs $7^1/_2$ Zoll breit; die Schrift ist vollständig unleserlich.

Unter den in der Kirche vorhandenen Kirchenstühlen sind die ältesten 12 Stück mit einfachem Holzschnitzwerk versehen; sie stammen aus dem Jahre 1655. Auf den Buchbrettern sind in Kreisen oder Wappenschildern eine Anzahl Hausmarken, davon enthalten mehrere die Jahreszahl 1655

Digitized by Google

und 1656 beigeschrieben in der nachstehend angedeuteten Art.



Die Kanzel an der ersten südlichen Hauptstütze des Langhauses, zunächst dem Querhause aufgestellt, von Holz, aus dem vorigen Jahrhundert, ist ohne Interesse, ebenso die in dem Westchore aufgestellte Orgel.

Interessante Kirchengewänder oder Geräthe sind nicht vorhanden.

J. C. Raschdorff.

Anderweitige Mittheilungen.

Ueber die Geschwindigkeitsformel des Woltmanschen Flügels.

Bei Mittheilung der internationalen Rhein-Strommessung bei Basel hat Herr Wasser-Baudirector Grebenau auch kurz der Entwickelung der Geschwindigkeitsformel des zu den Messungen mit verwendeten Woltmanschen Flügels von Ertel erwähnt und hierbei darauf aufmerksam gemacht, dafs die Beobachtungen auf eine andere als die bisher übliche Formel hingewiesen hätten.

Da die Erklärung mir indefs nicht so ohne Weiteres die Herleitung rechtfertigte (der Herr Verfasser beabsichtigt, hierüber ausführlich in einer besondern Schrift den Nachweis über die Entstehung der angegebenen Geschwindigkeitsformel für die Flügel zu führen), unternahm ich es, aus den Beobachtungen für den zu den Saale- und Unstrut-Messungen 1868 und 1869 verwendeten Woltmanschen Flügel die möglichen Formeln herzuleiten und nach der Methode der kleinsten Quadrate die Entscheidung zu treffen, für welche Grundlage die Fehlerquadrate am kleinsten ausfallen, weil nur dadurch der Nachweis geführt wird, welcher Formel der Vorzug zu geben sei.

Bisher wurde die Geschwindigkeitsformel für den Flügel in der Regel dadurch gefunden, dafs man im ruhigen Wasser den Flügel langsam und schnell, aber dann jedesmal gleichmäfsig, vor dem Kahn eingetaucht, sich bewegen liefs und nach Maafsgabe der bestimmt beibehaltenen Länge und der darauf verwendeten Zeit die Geschwindigkeit aus $\frac{l}{t}$, wo l die Länge und t die Zeit in Secunden bezeichnet, ermittelte und die während dieser Zeit erfolgten Umdrehungen des Flügels notirte.

Bezeichnet v diese verschiedene Geschwindigkeit und n die dazu gehörige Umdrehung, welche pro Secunde reducirt wurde, so hatte man die erforderlichen Grundlagen, um nunmehr nach der Methode der kleinsten Quadrate unter Zugrundelegung einer Formel die Constanten derselben zu ermitteln.

Ueber diese grundlegende Formel konnte man nun verschiedener Meinung sein. In der Regel ging man davon aus, dafs sie die Form haben müsse

$$v = \alpha + \beta n, \text{ wo}$$

v die Geschwindigkeit pro Secunde,
n die Umdrehungszahl - -
α und β Constanten bedeuten.

Man nahm hierbei an, dafs α diejenige Geschwindigkeit sei, die der Flügel bei zu kleinen Geschwindigkeiten nicht mehr angab, und dafs β diejenige Constante sei, welche mit der Umdrehungszahl zu multipliciren sei, um mit Zurechnung von α die gesuchte Geschwindigkeit zu geben.

Wie wir später sehen werden, war diese Annahme nicht ganz ungerechtfertigt.

Manche Theoretiker erweiterten jedoch die zu Grunde zu legende Formel, indem sie annahmen, dafs die Einwirkung der Reibung bei dem Mechanismus des Flügels zu berücksichtigen bleibe, und meinten, dafs, da die Reibung mit dem Quadrate der Umdrehung steige, die Formel die Form haben müsse

$$v = \alpha + \beta n + \gamma n^2.$$

Lahmeyer, dem diese Formel noch zu differirende Werthe gab, legte endlich die Form zu Grunde

$$v = -\alpha + \beta n + \frac{\gamma}{n^2 + \delta}.$$

Die eigentlich der Betrachtung viel näher liegende Form

$$v = \alpha + \beta n + \gamma \sqrt{n}$$

ist meines Wissens dagegen niemals untersucht worden.

Bei der Unsicherheit dieser Annahmen ist daher der von Herrn Grebenau angedeutete Weg, zunächst die Beziehungen zwischen Zeit und Umdrehungen der Versuchsstrecke aufzusuchen und daraus erst die Geschwindigkeitsformel herzuleiten, ein grofser Gewinn, und nur die Entscheidung über diese Beziehungen wird in bestimmte Grenzen zu weisen sein, über deren Werth die Methode der kleinsten Quadrate sichern Aufschlufs giebt.

Wird nun der zu prüfende Woltmansche Flügel im stillstehenden, nicht zu flachen Wasser auf einer bestimmten Versuchsstrecke von etwa 100 Meter bei jedem Versuche mit gleichmäfsiger Bewegung (durch Anziehen des Kahns mittelst Haspel) bewegt und werden diese Versuche so oft wiederholt, dafs der Flügel die geringsten bis zu den gröfsten Geschwindigkeiten durchlaufen hat, so erhält man ebenso verschiedene Beobachtungen, welche jede für die zugehörige Zeit eine Anzahl Umdrehungen ergiebt. Trägt man nun auf einer Horizontalen als Abscissenaxe von einem bestimmten O-Punkte nach rechts die Zeiten ab und zu jeder beobachteten Zeit senkrecht darauf die zugehörige Umdrehungszahl als Ordinate, so erhält man in den Endpunkten dieser Ordinaten eine grofse Anzahl Punkte, für welche die nächstliegende Curve zu suchen ist.

Man sieht, dafs bei einer gewissen grofsen Zeit die Curve die Abscissenaxe erreichen mufs, dafs dagegen im Nullpunkte die gröfste Umdrehungszahl zu suchen ist, wenngleich keine der Beobachtung in der Nähe der Ordinate des O-Punktes liegt, da es technisch unmöglich ist, den Flügel durch die Versuchslänge augenblicklich zu ziehen.

Digitized by Google

Man sieht ferner, dafs, so verschieden auch die Ergebnisse ausgefallen sind, die allgemeine Bewegung in diesen Endpunkten der Umdrehungszahlen einfacher Natur ist, und sogar die Annahme einer geraden Linie nicht ausgeschlossen werden kann.

Namentlich die grofsen Differenzen in den Beobachtungen bei grofser Zeit weisen darauf hin, dafs die Annahme einer geraden Linie und concaver und convexer Linien zulässig ist.

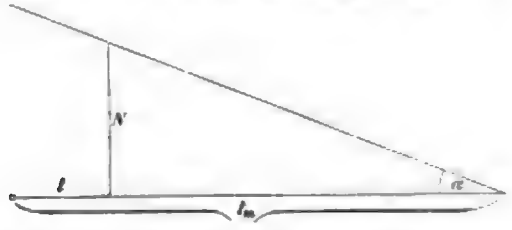
Da die Parabel die rechnungsmäfsig einfachste krumme Linie ist, so wird man die Untersuchung auf die Parabel und gerade Linie beschränken und bei der Parabel nur noch für den Anfangspunkt die zulässig verschiedenen Annahmen nachgeben.

Hiernach wird sich die Untersuchung auf die Wahl zu erstrecken haben, ob den Beobachtungen eine gerade Linie, deren Lage dann zu bestimmen ist, zu Grunde zu legen sei, oder ob eine Parabel anzunehmen sei, und zwar

ob der Anfangspunkt im Nullpunkt der Umdrehungszahlen und ob concav oder convex, oder

ob der Anfangspunkt in den Nullpunkt der Zeiten zu legen sei; im letzteren Falle kann sie den Beobachtungen zufolge nur concav in Bezug auf die Axen sein.

Stellen wir zunächst die Formeln für diese Betrachtungsweise auf, so ist bei Zugrundelegung der geraden Linie,



wenn N die Anzahl Umdrehungen für die Zeit t,

t_m die Zeit, bei der keine Umdrehung mehr zu beobachten ist, und

α der Winkel, welchen die gerade Linie mit der Abscissenaxe macht,

bedeuten,

1. . . . $\dfrac{N}{(t_m - t)} = \operatorname{tg} \alpha$, also

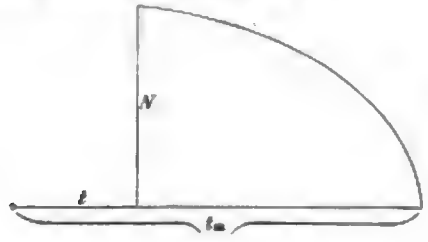
$$N = (t_m - t) \operatorname{tg} \alpha.$$

Für die Untersuchung mittelst der Methode der kleinsten Quadrate wird man der Formel die Form geben

$$t = t_m - N \operatorname{cotg} \alpha,$$

da dann t und N allemal bekannt und t_m und cotg α zu suchen sind, somit nicht 2 Unbekannte ein Product bilden.

Legt man die Parabel zu Grunde und zunächst den Anfangspunkt in den Nullpunkt der Umdrehungszahlen und die Curve concav gedacht, so ist nach beifolgender Zeichnung unter ähnlicher Bezeichnung wie sub 1



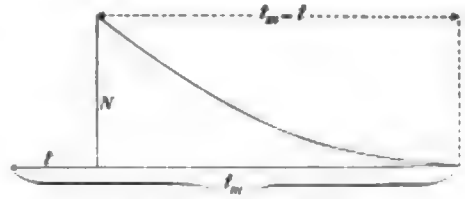
2. . . . . $N^2 = p\,(t_m - t)$,

wenn p den Parameter der Parabel bedeutet.

Für die Feststellung der Curve nach der Methode der kleinsten Quadrate empfiehlt es sich, die Form zu wählen

$$t - t_m = -\frac{1}{p} N^2.$$

Stellt man sich die Curve convex vor, so wird nach beistehender Zeichnung



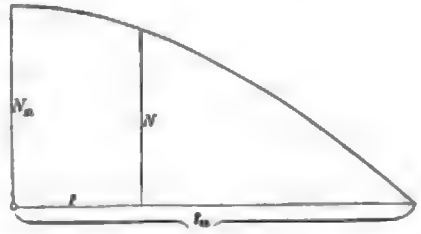
3. . . $(t_m - t)^2 = p\,N$, wenn

p wie vorhin den Parameter der Parabel bezeichnet.

Für die Feststellung der Curve nach der Methode der kleinsten Quadrate ändert man die Gleichung nun in die folgende:

4. . . . $t = t_m - \sqrt{p}\,N$

Legt man endlich den Anfangspunkt in den 0-Punkt der Zeiten, so kann der Anfangspunkt nur bei der höchsten Umdrehungszahl beginnen, da die höchste Umdrehungszahl nur für die augenblicklich durchlaufene Versuchsstrecke vorauszusetzen ist.



Hiernach ist beim 0-Punkte die höchste Umdrehungszahl anzunehmen, und nach der vorstehenden Zeichnung ist

$$t_m^2 = p\,N_m$$
$$t^2 = p\,(N_m - N),$$

wobei N_m die gröfste Umdrehungszahl bezeichnet; zieht man beide Gleichungen von einander ab, da N_m für die vorzunehmende Bestimmung als zuviel fortzuschaffen ist, so wird

$$t_m^2 - t^2 = p\,N \text{ oder}$$

für die Behandlung mittelst der Methode der kleinsten Quadrate besser

$$t^2 - t^2_m = p\,N;$$

auch hier haben t_m, t, N und p die sub 2 und 1 gegebenen Bedeutungen.

Geht man auf die Untersuchung selbst noch nicht ein, so hat es noch ein theoretisches Interesse, zu wissen, wie nun die Geschwindigkeitsformel für den Woltmanschen Flügel für jeden betrachteten Fall lauten werde.

Bezeichnet v die gesuchte Geschwindigkeit des Flügels, n seine Umdrehung pro Secunde etc., l die Länge der Versuchsstrecke und N die zur Geschwindigkeit v gehörige Umdrehung auf die ganze Länge l, so ist

$$\frac{v}{n} = \frac{l}{N}.$$

Digitized by Google

Man hat daher nur für N nach und nach die zugehörigen Ausdrücke sub 1 bis 4 einzusetzen, um nunmehr für jede Voraussetzung die Formel für v zu finden, sofern man nur jedesmal beachtet, dafs

$t = \frac{l}{v}$ ist, und dieser Ausdruck eingesetzt wird.

Hiernach ergiebt sich für die Annahme der geraden Linie

$$\frac{v}{n} = \frac{l}{\operatorname{tg}\alpha\left(t_m - \frac{l}{v}\right)}$$

$$1. \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad v = \frac{l\,(n + \operatorname{tg}\alpha)}{t_m \operatorname{tg}\alpha};$$

für Zugrundelegung der Parabel sub 2

$$\frac{v}{n} = \frac{l}{\sqrt{p}\sqrt{\left(t_m - \frac{l}{v}\right)}}$$

$$2. \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad v = \frac{l\left(1 \pm \sqrt{1 + 4n^2 t_m}\right)}{2t_m};$$

für die Parabel sub 3 ist

$$\frac{v}{n} = \frac{lp}{\left(t_m - \frac{l}{v}\right)^2}, \text{ also}$$

$$3. \quad \cdot \quad \cdot \quad v = \frac{lp}{4t_m^2}\left(\sqrt{n} \pm \sqrt{n + \frac{4t_m}{p}}\right)^2;$$

für die Parabel sub 4 endlich ist

$$\frac{v}{n} = \frac{lp}{\left(t_m^2 - \frac{l^2}{v^2}\right)} \text{ und}$$

$$4. \quad \cdot \quad v = \frac{lp}{2t_m^2}\left(n \pm \sqrt{n^2 + \frac{4t_m^2}{p^2}}\right).$$

Hiernach wird überall bei $n = o$ $v = \frac{l}{t_m}$, was nothwendig ist.

Geht man nun zur Entscheidung über, welche die Beobachtungen selbst zu treffen haben, so ist, da dieselben auch zu einer allgemeinen Beurtheilung Stoff bieten, deren specielle Aufführung nicht ohne Interesse.

Es wurden danach folgende Beobachtungen für die Bestimmung der Flügelgeschwindigkeitsformel auf einer Versuchsstrecke von 200 Fufs rh. gemacht, nachdem einige, beim Auftragen als zu abweichend erfunden, unberücksichtigt gelassen waren:

die Zeit in Secunden	$t = 820.\ 726.\ 620.\ 564.\ 532.\ 510.\ 490.\ 198.\ 196.$
die Umdrehungszahl des Flügels	$N = 5.\ 2.\ 30.\ 26_{,5}.\ 38.\ 32.\ 35_{,5}.\ 62_{,75}.\ 62_{,75}.$
	$t = 186.\ 135.\ 120.\ 119.\ 107.\ 85.\ 84.\ 78.\ 72.\ 71.$
	$N = 63_{,5}.\ 65.\ 66_{,75}.\ 66_{,5}.\ 63.\ 68.\ 67_{,5}.\ 67.\ 68.\ 68.$
	$t = 66.\ 57.\ 55.\ 54.\ 53.\ 52.\ 51.\ 50.\ 48.\ 47.$
	$N = 67.\ 67.\ 68.\ 67_{,5}.\ 70.\ 69.\ 66_{,5}.\ 70.\ 64.\ 68_{,25}.$
	$t = 45.\ 44.\ 39.\ 36.\ 32.\ 31.$
	$N = 68_{,142}.\ 67.\ 66.\ 71.\ 69.\ 69_{,5}.$

Bei einer Zeitdauer von 870 Secunden und darüber hatte der Flügel überhaupt keine Bewegung mehr angegeben.

Man ersieht zunächst, dafs es höchst wünschenswerth gewesen wäre, wenn zwischen der Zeitdauer 490 und 198 Secunden noch Beobachtungen angestellt worden wären und dafs die Beobachtungen für die geringen Umdrehungen von 820 bis 490 Secunden Zeit auf eine mögliche fehlerhafte Beobachtung für 820 Secunden Zeit hinweisen, im Allgemeinen aber erkennen lassen, wie wichtig es ist, die Bewegung des Flügels durchaus gleichmäfsig erfolgen zu lassen, da die geringste, momentane Beschleunigung eine Vergröfserung der der allgemeinen Bewegung zukommenden Umdrehungszahl zur Folge hat.

Diese praktischen Folgerungen werden daher von allen Denen, welche solche Untersuchungen vornehmen, mit aller Sorgfalt zu beachten sein.

Für die Untersuchung nach der Methode der kleinsten Quadrate stellten sich die verschiedenen Formeln, wie oben angedeutet, am zweckmäfsigsten heraus:

ad 1. $t = t_m - N \operatorname{ctg}\alpha.$

ad 2. $t = t_m - \frac{1}{p} N^2.$

ad 3. $t = t_m - \sqrt{p}\sqrt{N}$

ad 4. $t^2 = t_m^2 - p \cdot N.$

Sie alle lassen sich unter der Form behandeln

$$y = a + bx,$$

wo y und x die zusammengehörigen Variabeln bedeuten, wobei es gleichgiltig ist, ob die bezüglichen Werthe ganze oder gebrochene Zahlen, Potenzen oder Wurzeln von Zahlen sind, a und b aber die Constanten darstellen, die den Beobachtungen am meisten entsprechend gesucht werden sollen.

Alsdann ergeben sich die Ausdrücke nach der Methode der kleinsten Quadrate

$$\text{für } a = \frac{\Sigma(x^2)\,\Sigma(y) - \Sigma(x)\,\Sigma(y \cdot x)}{m \cdot \Sigma(x^2) - [\Sigma(x)]^2},$$

$$\text{für } b = \frac{m \cdot \Sigma(y \cdot x) - \Sigma(x)\,\Sigma(y)}{m\,\Sigma(x^2) - [\Sigma(x)]^2},$$

wo m die Anzahl der Beobachtungen, also hier 35 bedeutet.

Die Rechnung durchgeführt, ergiebt sich:

ad 1. $t = 880_{,269} - 11_{,9197}\ N.$

ad 2. $t = 757_{,877} - 0_{,14326}\ N^2.$

ad 3. $t = 1131_{,05} - 126_{,748}\sqrt{N}.$

ad 4. $t^2 = 774_{,291}{}^2 - 8854_{,40}\ N.$

Wie aus den allgemeinen Formeln hervorgeht, sind die ersten Zahlen rechts die Zeiten in Secunden, für welche die Umdrehungszahlen $= 0$ werden; für $t = 0$ dagegen wird N

ad 1. $73_{,85}$ Umdrehungen

ad 2. $72_{,78}$ -

ad 3. $79_{,62}$ -

ad 4. $67_{,78}$ -

Die jetzigen Resultate ergeben noch mit Bezug auf die Beobachtungen, dafs 3 jedenfalls nicht verwendet werden kann und daher der Kampf nur um 1, 2 oder 4 sich drehen wird.

Wir führen noch zur Vervollständigung die für jeden Fall sich ergebenden speciellen Flügelgeschwindigkeits-Formeln an:

ad 1. $v = 0_{,2272} + 2_{,7082}\ n,$

ad 2. $v = 0_{,131948}\,(1 + \sqrt{1 + 434_{,2}\ n^2}),$

ad 3. $v = 0_{,69787}\,(\sqrt{n} + \sqrt{n + 0_{,2815}})^2,$

ad 4. $v = 1_{,4765}\,(n + \sqrt{n^2 + 0_{,05059}}).$

Digitized by Google

Um nun zu entscheiden, welche Formel für t den Vorzug verdient, ist es nöthig, aus allen t die zugehörige Umdrehungszahl N zu ermitteln und deren Differenz mit den beobachteten N festzustellen und zu quadriren, da die geringste Summe das Fehlerquadrat

$$\Sigma(Z^2)$$

wenn Z die Differenz der beiden N darstellt, die günstigste Curve ergiebt.

Nun ergiebt sich die Summe der Fehlerquadrate zu

$\sqrt{\frac{\Sigma(Z^2)}{(m-n)}}$, wenn m dieAnzahl der Beobachtungen und n die Anzahl der Constanten bezeichnet,

ad 1. zu $475,_{12}$, also wahrscheinlicher mittlerer Fehler

$$= \sqrt{\frac{475,_{12}}{35-2}} = 3,_{795}$$ Umdrehungen,

ad 2. zu $591,_{8}$, also wahrscheinlicher mittlerer Fehler

$$= \sqrt{\frac{591,_{8}}{35-2}} = 4,_{234}$$ Umdrehungen;

ad 3. geben schon die Fehlerquadrate der ersten 13 Beobachtungen die Summe von $938,_{2}$, die Formel fällt daher aus;

ad 4. zu $411,_{4}$, also wahrscheinlicher mittlerer Fehler

$$= \sqrt{\frac{411,_{4}}{35-2}} = 3,_{5308}$$ Umdrehungen.

Mithin ist die Formel ad 4 diejenige, welche die kleinsten Fehlerquadrate ergiebt, und die gewählte Parabelstellung wird daher für die Ermittelung der Geschwindigkeitsformel des Woltmanschen Flügels um so mehr zu Grunde zu legen sein, als diese Wahl mit der bereits von Herrn Grebenau annähernd getroffenen übereinstimmt.

Es ergiebt sich nun aber, dafs auch die Beobachtungen für 820 Secunden Zeit mit 5 Umdrehungen, bei einem Fehlerquadrat von $174,_{3}$ für die Berechnung sub 4 als fehlerhaft anzusehen ist.

Läfst man diese jetzt aus den Beobachtungen fort, so ergiebt sich als bessere Flügelformel für die Beobachtungen an Unstrut und Saale pro 1868 und 1869:

$$t = 743,_{135}{}^2 - 8097,_{004}\, N, \text{ und}$$

$$v = 1,_{466186}\,(n + \sqrt{n^2 + 0,_{03869355}}).$$ *)

Hiernach ist die Zeit, für welche der Flügel auf 200 Fufs Versuchsstrecke seine Bewegung einstellt, $743,_{135}$ Secunden und bei $t = 0$ ist N die Zahl der Umdrehungen $= 68,_{904}$.

Aus der nicht erheblichen Differenz der Fehlerquadrate folgt aber auch, dafs die gemeinhin gebräuchliche Formel

$$v = \alpha + \beta n,$$

der die gerade Linie zu Grunde gelegen hat, durchaus nicht so verwerflich ist, als man hätte glauben sollen.

Man kann daher die vom Herrn Baumeister Helbig aus 47 Versuchen hergeleitete Geschwindigkeitsformel desselben Flügels nach dieser einfacheren Auffassung zu

$$v = 0,_{2039627} + 2,_{796671}\, n$$

als den wirklichen Verhältnissen ziemlich nahe entsprechend ansehen und kann sich von ihrem Werthe überzeugen, wenn man die Werthe von v für die übereinstimmenden Flügelumdrehungen sucht, indem man einmal v nach der geraden Linie

$$= a + b\,n$$

und dann nach der nächsten Parabel sub 4

$$= c\,(n + \sqrt{n^2 + d})$$

schreibt und daraus findet

$$n = \frac{a\,(b-c) + c\sqrt{a^2 - d\,b\,(2c-b)}}{b\,(2c-b)}$$

$$= \frac{0,_{27137} + 0,_{24888}}{0,_{27951}}$$

$$= 1,_{27065}$$ u. $0,_{05996}$ Umdrehung,

daher

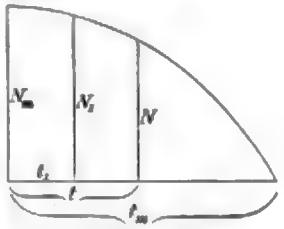
$$v = 4,_{036}'$$ u. $0,_{378}'$ (Fufs rh.)

findet.

Die Helbigsche Formel stimmt daher mit der richtigen Theorie gerade mit den geringen und grofsen Geschwindigkeiten überein, was für die Verwendung der Messungen zur Ermittelung der Wassermengen-Curve von grofser Wichtigkeit ist.

Ich wende mich noch zur Grebenau'schen Flügelformel für die Basler Geschwindigkeitsmessungen, weil sie zwar auf richtiger Grundlage ruht, aber nicht scharf genug entwickelt ist.

Wird unter Zugrundelegung von t_m, der Zeit, für welche der Flügel seine Bewegung einstellt, und N_m, der gröfsten Umdrehungszahl bei augenblicklicher Durchführung des Flügels durch die Versuchsstrecke, auch noch N, die gröfste beobachtete Umdrehungszahl für die kleinste Zeitdauer t_1 gesetzt und will man danach N und t als beliebige Gröfsen, die aber zusammengehören, von N_1 und t_1 abhängig, bestimmen, so ist für die Parabel sub 4



$t_1{}^2 = p\,(N_m - N_1)$ und

$t^2 = p\,(N_m - N)$ mithin,

$$t^2 - t_1{}^2 = p\,(N_m - N - N_m + N_1) = p\,(N_1 - N),$$

$$\text{also } N = N_1 - \frac{t^2 - t_1{}^2}{p};$$

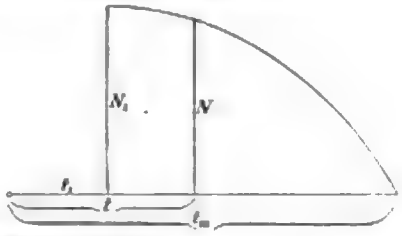
oder setzt man $\frac{1}{p_1} = p_1$, so ist

$$N = N_1 - p_1\,(t^2 - t_1{}^2).$$

Grebenau findet dagegen

$$N = N_1 - \frac{1}{p}\,(t - t_1)^2$$

er hat daher N_1 statt N_m in die Axe gelegt.



In diesem Falle ist

$$(t - t_1)^2 = p\,(N_1 - N), \text{ also } p = \frac{1}{p_1} \text{ gesetzt,}$$

$$N = N_1 - p_1\,(t - t_1)^2.$$

*) Die Formel ist selbstverständlich leicht umzuändern, wenn n die Anzahl Umdrehungen pro Minute, v die Geschwindigkeit pro Secunde angeben soll.

Digitized by Google

Es geht daraus hervor, dafs für eine noch schärfere Bewegung des Flügels, als 2 Meter pro Secunde, die Anzahl Umdrehungen auf den jenseit der Axe wieder abfallenden Ast der Parabel gewiesen, also wieder geringer werden müfste.

Der Unterschied der Auffassung ist leicht zu verfolgen.

Herr Grebenau hat die Güte gehabt, mir die der Rheinmessung zu Grunde liegenden Beobachtungs-Resultate zu übersenden.

Werden die 40 von Herrn Grebenau gefundenen Mittel aus Beobachtungen von 10 zu 10 Secunden zur Berechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate gezogen und wird dabei das letzte (41.) Mittel aus 2 Beobachtungen wegen der grofsen Differenz aufser Acht gelassen, so ergiebt sich

$$v = 0{,}25734\,(n + \sqrt{n^2 + 0{,}45514})$$
$$\text{aus } t^2 = 576^2 - 1707{,}598\,N,$$

während er auf graphischem Wege fand

$$v = 0{,}2655\,(n - 0{,}06836 + \sqrt{(n - 0{,}06836)^2 + 0{,}51486}).$$

Es mufs hierbei bemerkt werden, dafs die Grebenausche Formel sehr genaue Resultate giebt, was zwar überraschen mag, aber seine Begründung darin findet, dafs beide Grundlagen eine Parabel in demselben Sinne schaffen und auch die graphische Entwickelung und Darstellung mit grofser Sorgfalt erfolgt war. Safse.

Mittheilungen aus Vereinen.

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Versammlung am 9. September 1873.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Streckert.

Der Vorsitzende besprach zunächst in Kurzem die auf der Weltausstellung in Wien zur Anschauung gebrachten Neuerungen im Eisenbahnwesen, insbesondere diejenigen im Oberbau. Neben den verschiedenen eisernen Oberbau-Systemen, von denen das von der Rheinischen Verwaltung ausgestellte modificirte Hilf'sche System wegen seiner gröfseren Billigkeit in der Anlage und der Unterhaltung besonders anzuführen sei, seien von den vielen anderen ausgestellten Arten des Oberbaues die Versuche mit Unterlagern von Asphalt in Würfelform zu erwähnen. — Derselbe gab hierauf eine Beschreibung der Seilbahn nach dem Kahlenberge bei Wien. In einer geraden Linie von 694 m horizontaler Länge führt in einer Steigung von durchschnittlich 1 : 3 eine Seilbahn auf den 235 m hohen Theil des Berges; die Bahn hat zwei Geleise in 6,3 m Abstand; jeder Wagen, mit welchem ein Tender zur Beförderung von Wasser und Kohlen verkuppelt ist, hängt an einem, über Rollen (zwischen den Schienen) laufenden 54 mm starken Drahtseil, dessen oberes Ende auf einer Windetrommel befestigt ist, welche durch eine 250-pferdekräftige Dampfmaschine betrieben wird; zur Sicherung gegen Zerreifsen des Zugseiles ist noch ein Reserveseil von gleicher Stärke angebracht, welches mit den Enden an beide Wagen — den hinauf- und heruntergehenden — befestigt ist und mit dem Zugseil in annähernd gleicher Spannung erhalten wird; die Wagen sind in Etagenform gebaut, in den unteren, mit Schiebethüren versehenen Theilen befinden sich die Coupés I. und II. Klasse und darüber das Imperiale; ein Wagen fafst rot. 100 Personen. Die Fahrtzeit dauert 4 bis 4½ Minuten.

Herr Plefsner theilte hierauf einige Notizen mit über den Fortschritt der Arbeiten am St. Gotthardt-Tunnel; der Bauvorgang findet in der Weise statt, dafs zunächst der obere Theil des Profils ausgebrochen wird; das Gestein ist z. Z. körniger Granit, welcher mit Dynamit gesprengt wird; über den hierdurch entstehenden Dunst wird jedoch vielfach geklagt. Das zum Betriebe der Bohrmaschinen erforderliche Wasser wird in 1 Meter weiten schmiedeeisernen Röhren die Reufs entlang geleitet u. s. w. — Sodann folgte eine Beschreibung der Bödli-Bahn, welche mit 250 Ctr. schweren Maschinen und zweietagigen, je 84 Personen fassenden Wagen betrieben wird, und des Projectes der Brünning-Bahn, welche Steigungen von 1 : 36 erhalten soll.

Herr Oberbeck beschrieb demnächst den inneren Ausbau, die Construction und Form der Stollen und Ausbruchsräume der Salzbergwerke bei Berchtesgaden, die Salzgewinnung in denselben und die Befahrung der in fünf Etagen übereinander liegenden Stollen.

Am Schlusse der Sitzung wurden in üblicher Abstimmung als einheimische ordentliche Mitglieder in den Verein aufgenommen die Herren: Simson, Kreisrichter a. D. und Mitglied des Directoriums der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn-Gesellschaft, Schmidt, Ober-Ingenieur bei der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn, Dr. Girau, Hof-Justizrath und Mitglied der Direction der Berlin-Dresdener Eisenbahn-Gesellschaft, Sillich, Architekt und Abtheilungs-Baumeister, und Almgren, Ober-Ingenieur in der Borsigschen Fabrik.

Versammlung am 14. October 1873.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Streckert.

Herr Frischon erläuterte unter Vorzeigung eines Apparates zur Feststellung der Fahrtzeit eines Eisenbahnzuges den Mechanismus desselben, welcher im Wesentlichen darin besteht, dafs das Werk einer Uhr mit einem mit Stiften versehenen sehr empfindlich gestellten Rad in Verbindung gebracht ist, dessen Bewegungen durch die Erschütterungen des Eisenbahnzuges bewirkt werden. Auf einem nach Stunden und Minuten eingetheilten Papierstreifen wird die Fahrtzeit, sobald der Zug in Bewegung ist, markirt. Die Anwendung von Metallstiften habe sich besser als die Benutzung von Blei- oder Farbenstiften bewährt, indem letztere einer gröfseren Abnutzung unterliegen. Dieser Apparat, welcher in einem Kasten befindlich, nur in den Zug eingestellt zu werden braucht, wird bereits von mehreren Bahnverwaltungen angewendet.

Herr Weishaupt erklärte sodann die Beleuchtungs-Einrichtungen in den Personenwagen der Niederschlesisch-

Digitized by Google

Märkischen Eisenbahn mit Gas, welches die Bahnverwaltung aus Petroleum bereiten läfst. Jeder Wagen ist mit zwei Cylindern, welche sich unter demselben befinden, versehen; der Gasvorrath reicht für 20 Stunden Brennzeit aus und die Lampen sind der Art construirt, dafs die Regulirung der Flamme dem Publikum unzugänglich ist. Die Herren von Schmerfeld und Mellin theilten hierzu noch mit, dafs die Einrichtung von Pinsch in Berlin ausgeführt, auch von demselben eine wesentliche Verbesserung für ein gleichmäfsiges Brennen der Flammen eingerichtet worden sei; der Preis pro Flamme und Stunde betrage rot. $^3/_4$ Pf., und die Befürchtung einer Explosion sei nicht gerechtfertigt, weil bei einem Zusammenstofs oder einer Beschädigung der Cylinder das Gas sofort entströmen würde.

Der Vorsitzende regte sodann eine Besprechung über die in den englischen Zeitungen verlangten Maafsnahmen im Eisenbahnwesen an, nämlich die Einführung des Blocksignal-Systems, die Verbindung zwischen den Weichen und den Signalen und die Anwendung einer durchgehenden Bremse in den Eisenbahnzügen. — Die Besprechung hierüber führte zu der Ueberzeugung, dafs die beiden ersterwähnten Einrichtungen allgemein auch bei uns zur Einführung gelangen müfsten, — bei vielen Bahnen sei dies bereits der Fall — während die Anwendung einer durchgehenden Bremse doch nicht als unbedingt vortheilhaft und zweckmäfsig angesehen werden konnte. Ferner wurde anerkannt, dafs die durch mechanische Apparate unterstützten Einrichtungen auf den englischen Bahnhöfen bezüglich des Auf-, Ab- und Umladens der Güter, des Rangirens, der Zu- und Abführung der Güter etc. einen rascheren Betrieb ermöglichen, als wie dies bei uns der Fall sei, und dafs daher auf ebenmäfsige Anwendung derselben, verbunden mit gröfserer Ausdehnung des Nachtdienstes im Güterverkehr, hinzuwirken sei. —

Herr Streckert beschrieb sodann den Umbau des Bahnhofes der Nordbahn in Wien; die höhere Lage des Bahnplanums gegen das umgebende Terrain — die Auffüllung des Bahnkörpers ist aus den Abtragsmassen der Donauregulirung gebildet — gestattete die Anlage zweckmäfsiger Ablade- und Lagervorrichtungen für Güter aller Art, welche, mit entsprechend angeordneten Geleislagen in Verbindung gebracht, ein rasches Entladen der vielen hier ankommenden Kohlenzüge und schnelles Beseitigen der Fahrzeuge ermöglichen. Der Umbau der Geleise auf dem alten Theile des Bahnhofes und die Herstellung der Verbindung mit den neu gelegten Rangir- und Gütergeleisen während des Betriebes bietet durch die starke Zusammenziehung der vorhandenen Geleise am Ausgange des Bahnhofes besondere Schwierigkeiten. Mit dem Umbau des Bahnhofes ist durch die Herstellung der Donauregulirung gleichzeitig der Neubau der Bahnlinie bis Florisdorf nothwendig geworden.

Literatur.

Carl Friedrich Schinkel's Decorationen innerer Räume, herausgegeben von Martin Gropius, Baumeister u. Professor etc. Berlin bei Ernst u. Korn. 1872.

Wenn ein bekannter jüngerer Kunstgelehrter sich vor Kurzem in einem Feuilleton-Artikel der Nationalzeitung dahin ausgesprochen hat, dafs Schinkel auf die Kunstgewerbe seiner Zeit nur einen geringen und vermöge seines „schematischen Geistes" eher schädlichen denn wohlthätigen Einflufs ausgeübt habe, so müssen ihm bei diesem Ausspruch nicht die inneren Decorationen und wohnlichen Ausstattungen königlicher und fürstlicher Schlösser vorgeschwebt haben, die aus Schinkels schöpferischem Geiste und unter seiner bildenden Hand hervorgegangen sind. Und doch befanden sich diese inneren Decorationen und wohnlichen Ausstattungen königlicher und fürstlicher Schlösser ganz in der räumlichen Nähe jenes Kunstkritikers — in Berlin und Potsdam. Vielleicht würde derselbe Schinkel und dessen Einflufs auf die Kunstgewerbe gerechter beurtheilt haben, wenn er jene Schöpfungen anhaltender und mit gröfserer Mufse, als die Schau der Wirklichkeit in solchen Fällen zu gewähren pflegt, in Editionen hätte sehen und studiren können. Als Hülfsmittel zum Studium sind gute Editionen nicht genug zu schätzen, und so erachten wir es als ein wirkliches Verdienst, das sich Prof. Martin Gropius durch die Herausgabe des oben angezeigten Werks erworben hat, besonders auch noch unter dem Gesichtspunkte, dafs die Kunst der malerischen Decoration innerer Räume — so weit sie eine rein decorative und ornamentale ist — seit Schinkels Hinscheiden von der schon erreichten Höhe sich wieder abwärts neige, da die auf ihn folgenden Architekten nicht so grofse Maler wie Schinkel und die Decorationsmaler, denen häufig die malerische Ausstattung innerer Räume selbstständig überlassen wird, oft weder grofse noch kleine Architekten sind. Wenn in dem eben ausgesprochenen Satze ein Vorwurf liegt, so trifft dieser weniger die Ausführung als die Erfindung malerischer Decorationen innerer Räume, die unstreitig seit Schinkel in Abfall gekommen ist und zwar auch deshalb in Abfall gekommen ist, weil in neuerer Zeit bei Zimmerdecorationen — und nicht zum Schaden in Bezug auf ihre Wirkung — die plastische Verzierung in stucco über die gemalte die Oberhand gewonnen hat, was wieder mit dem zeitigen Kunstgeschmack und der modernen Richtung auf Reproduction eines üppigen Renaissancestyls zusammenhängt.

Schinkel hat die plastische Decoration innerer Räume auf ein Minimum beschränkt: die Wände erhielten ein gezogenes Hauptgesims, die Thüren Einfassungen, Friese und Krönungen aus Holz oder stucco; die Decke wurde gewöhnlich allein mit gemalten Verzierungen ausgestattet, wofür auch Gründe der Sparsamkeit in Bezug auf Verringerung der Herstellungskosten sprachen. — Bei dieser Decoration der Decke wurde öfter von Schinkel das sehr malerische Motiv des Velariums verwendet, dessen Anwendung fast vergessen und zu seiner Zeit als neu erschien. Schinkel war der Erste, der in einer Zeit, wo man die Verzierungen der Wände und Decken nur Grau in Grau zu malen pflegte und jeden gesättigten Farbenton an der Zimmerwand scheute, die Farbe wieder in ihr Recht einsetzte und die Wände innerer Räume mit intensiven Farbentönen schmückte, zunächst in Nach-

Digitized by Google

ahmung pompejanischer und italienischer Muster. Waren ihm diese auch aus eigener Anschauung an Ort und Stelle bekannt, so blieben doch gelegentliche einschlägige Editionen nicht ohne Einfluss bei der Wahl der Motive, die von Schinkels feinem Kunstsinn belebt oft in reizenderer Gestalt ihre Auferstehung feierten. So können wir denn sagen, dass sich unter Schinkel und allein durch ihn die Kunst der malerischen Wanddecoration innerer Räume zu einer Höhe erhoben habe, die sie vor ihm weder in Berlin noch anderswo in deutschen Landen erreicht hatte. Wir müssen hierbei noch einmal daran erinnern, dass wir es hier allein mit jener decorativen Malerei in der Art der pompejanischen und der italienischen des Cinquecento zu thun haben, und ganz von dem bedeutsameren Schmuck der Wände absehen, der durch die Ausstattung derselben mit historischen Fresken oder andern selbständigen Werken der Malerei erzielt wird.

Gehen wir nun zur Betrachtung der 8 Tafeln unseres Werkes über; etwa die Hälfte derselben sind durch Aufnahmen, die andern durch Copieen nach den Originalentwürfen Schinkels erhalten worden, und diese genauen Facsimiles nach Schinkelschen Handzeichnungen verleihen unserer Edition einen besonderen Werth und Reiz. Wir zählen diese Decorationscompositionen hier in der Reihenfolge ihrer zeitlichen Entstehung auf.

Ein Viertel des Plafonds des Ladens der Fuchsschen Conditorei unter den Linden. Ein in das Quadrat der Decke eingeschriebener grofser Kreis zeigt auf einem Grunde von Spiegelglas um eine aus Mahaghoniholz geschnitzte Mittelrosette ein radiales Netzwerk oder Rahmenwerk, das aus Leisten von polirtem Mahagoni mit vergoldeten Perlstäben in ihrer Mitte gebildet wird. Dieser Kreis wird von einem Friese umrahmt, der einen Rankenzug von Akanthusblättern, ebenfalls aus Mahagoniholz geschnitzt, auf tiefem indigoblauen Grunde zeigt. Die vier Zwickel, die den Kreis zum Quadrat ergänzen, zeigen jeder in einem Rondeau eine schwebende weibliche Figur (Repräsentanten einer der vier Jahreszeiten) auf dunkelblauem Grunde, in den beiden dreieckigen Feldern daneben eine Rankenverzierung, ebenfalls aus Mahagoniholz geschnitzt, auf dem gleichen dunkelblauen Grunde. Der Zeichnung dieser Rankenverzierungen sieht man die in dem Bildungsgange Schinkels frühe Entstehung dieser Ornamente an. Der Fuchssche Laden wurde bald nach Beendigung der Freiheitskriege von Schinkel eingerichtet, und ist vor einigen Jahren bei einem Umbau verschwunden, was unseres Erachtens nach nicht zu bedauern ist. Das Spiegelglas und die Spiegelung als Effectmittel für Decorationszwecke zu verwenden, wie dies in der Roccocozeit öfter geschah, scheint uns höchstens da zulässig, wo man durch Gewinnung scheinbar weiter Perspectiven für das Auge des Beschauers die nahe Begrenzung des Raumes durch Täuschung aufheben will; diese Absicht setzt eine Anwendung des Spiegelglases in senkrechter Stellung und an den Wänden voraus; eine Spiegelung an der Decke, welche die Personen scheinbar mit dem Kopf nach unten einherschreiten läfst, mufs für den Beschauer durchaus perturbirend wirken und ist daher zu vermeiden. Der Wunsch und Wille des Bauherrn, in dem Schmuck seines Ladens etwas Aufserordentliches geleistet zu sehen, vielleicht auch Pariser Vorbilder waren wohl bei der hier getroffenen Wahl des Spiegelglases als Decorationsmittel maafsgebend.

In dem künstlerischen Bildungsgange Schinkels war der Neubau des im J. 1817 abgebrannten Berliner Schauspielhauses von eingreifendster Bedeutung. Schinkel, der als Maler landschaftlicher Bilder mit Vorliebe gothische Architekturen seiner Erfindung darin angebracht hatte, in sympathischer Uebereinstimmung mit dem romantischen Zuge der Literatur jener Zeit, hatte bei dem Entwurfe seines Schauspielhauses den griechischen Styl gewählt, mit dessen genauerem Studium er sich jetzt erst beschäftigte. Versenkt in den Reiz der Schönheit dieses Styles schuf er aus ihm heraus unsterbliche Werke. Für die Decoration innerer Räume waren ihm damals vornehmlich die Malereien in den Loggien des Vaticans zu Rom Vorbild und Muster; später traten noch die antiken Wandmalereien Pompeji's hinzu, als Zahn seine Editionen derselben ins Werk setzte. In dem Geiste dieser classischen Vorbilder der Antike und der Renaissance erfand Schinkel nun seine Decorationen innerer Räume.

Bald nach Vollendung des Schauspielhausbaues erhielt Schinkel den Auftrag in dem ältern südöstlichen Theile des grofsen königlichen Berliner Schlosses eine Wohnung für den damaligen Kronprinzen, den nachherigen König Friedrich Wilhelm IV., einzurichten. Das vorliegende Werk zeigt uns auf zwei Blättern zwei Entwürfe zu Decorationen zweier Zimmer dieser Wohnung, wie sie ausgeführt wurden. In dem einen sehen wir über einem hohen dunkeltheegrünen Sockel zu beiden Seiten der Thür die Wand in breite Felder getheilt, die unmittelbar bis zu dem gezogenen Hauptgesims der Wand aus weifsem stucco mehr hoch als breit hinaufreichen; die Felder werden von einer seidenen, gemusterten, dunkelcarmoisinrothen Tapete eingenommen und von einem kobaltblauen Friese zwischen Goldleisten umrahmt; der Fries zeigt gelbe Verzierungen, die entweder eingewebt oder, wie wir vielleicht richtiger annehmen, in vergoldetem Relief auf den blauen seidenen oder sammetnen Grund aufgesetzt sind. Diese Verzierungen bestehen in allerlei graziösem Blumen- und Rankenwerk mit zierlichen schwebenden, stehenden oder liegenden menschlichen Figürchen untermischt. Die Mitte dieser Felder wird von einem kreisrunden Medaillon eingenommen, das von einer Goldleiste umrahmt ebenfalls auf blauem Grunde eine auf einem Reh, oder einem Panther oder einem anderen Gethier reitende geflügelte Figur in vergoldetem Relief zeigt. Das gezogene Hauptgesims, über dem eine hohe Voute emporsteigt, ist mit gelben Ornamenten bemalt; die ganze Thür — sowohl die Thürflügel mit ihren ornamentirten Füllungen, als auch die Thüreinfassung sammt dem Fries und dem krönenden Gesims darüber — ist vergoldet, desgleichen das Holzwerk der Stühle und Sessel, die wir auf dem Entwurfe von dem dunkeln theefarbenen Sockel sich abheben sehen. Diese ganze Decoration macht den Eindruck gesammelter ernster Pracht.

Heiterer ist der Eindruck des folgenden Decorations-Entwurfs, der, wenn wir nicht irren, für das Empfangszimmer des Fürsten gedacht und ausgeführt ist. Die Wände von weifsem stucco lustro sind unmittelbar unter einem gezogenen Gurtgesimse mit gemalten gelben Verzierungen von scharlachrothen seidenen Tapeten in Form von Velen eingenommen, deren bogige Begrenzungen oben und unten von verzierten Borten begleitet und unten in einem Behang von schweren goldenen Franzen und Troddeln enden. Die Verzierungen jener erwähnten Borten bilden Rankenzüge, die wahrschein-

Digitized by Google

lich in vergoldetem Relief auf die seidene Tapete gesetzt sind. Das ganze Motiv dieser Drapirungsweise der Wand mit seidener Tapete entsprang vielleicht aus der Sparsamkeits-Rücksicht, möglichst viel an Tapeten und Kosten zu sparen. Ueber dem erwähnten Gurtgesims der Wand zieht sich ein hoher Fries hin, der auf lichtblauem Grunde in natürlichen Farben gemalte Putten zeigt, die auf einem straffgespannten Laubstrang in verschiedenster Stellung stehend oder einherschreitend ein an zwei goldenen Candelabern am Ende der Wand aufgehängtes Fruchtfeston mit ihren Schultern oder ihren Armen tragend zu unterstützen sich abmühen. Das gezogene Hauptgesims darüber schmücken wieder gemalte gelbe Verzierungen; über ihm erhebt sich eine hohe Voute. Die reichverzierte Thür ist mit allem Zubehör wie die des vorigen Zimmers matt vergoldet. Die Decke stellt ein in blauer Luft ausgespanntes Velarium dar, dessen mittlerer runder Ausschnitt an einem dicken Blumenkranze befestigt, dessen untere Enden an goldene Stäbe gebunden erscheinen. Die einzelnen Theile des Velariums sind mit Verzierungen in bunten Farben geschmückt. — Innerhalb des erwähnten Blumenkranzes umschwebt ein Reigen weiblicher Figuren eine kleine goldene Mittelrosette, die Aufhängestelle des Kronleuchters.

In eine etwas spätere Zeit fallen die Entwürfe Schinkels für die verschiedenen Gebäulichkeiten, die in Charlottenhof — einem Gute des Kronprinzen Friedrich Wilhelm — bei Potsdam in der Nähe von Sanssouci errichtet wurden. Eine unserer Tafeln zeigt uns ein Stück der gemalten Vorhalle des dortigen Schlöfschens nach einer Aufnahme. Die Decoration derselben — im Style pompejanischer Wandmalereien — spiegelt ganz den Geist heiteren Lebensgenusses wieder, dem diese Villa bestimmt war.

Ernster werden den Beschauer die Entwürfe zur Decoration der Decke der Berliner Museumshalle und der Kuppel desselben Gebäudes stimmen; erstere bildet einen sogenannten Uraniskos, einen mit goldenen Sternen geschmückten Teppich, der von ausgespannten Mäandergurten — den Balken — schwebend getragen wird.

Heiter prächtig nimmt sich dagegen die Museumskuppel aus, deren Cassetten mit lichtgelben Ornamenten auf zinnoberrothem Grunde geschmückt sind. Die Wirkung dieser beiden Farben mit ihren Tönungen, die bei dieser Decoration allein verwendet sind, ist eine ganz überraschende. Unsere Tafel, die ein genaues Facsimile der Schinkelschen Zeichnung ist, giebt wohl die Wirkung und die Ornamente dieser Kuppel im Allgemeinen, aber nicht im Speziellen wieder. Bei der Ausführung sind die gemalten Ornamente der Cassetten andere als in diesem Entwurfe geworden: der grofse Maafsstab der Kuppel bedingte gröfsere Detaillirung des Ornaments für die Cassetten.

Gleichzeitig mit dem Museumsbau fällt der Bau des Redernschen Palais am Pariser Platz. Eine unserer Tafeln zeigt uns einen Theil der Decoration der Vorhalle des Tanzsaales dieses Palais, die durch eine Stellung korinthischer Säulen nach letzterem sich öffnet. Den korinthischen Säulen entsprechen an der entgegengesetzten Wand dieser Halle korinthische Pilaster, deren Zwischenräume — wenn wir nicht irren — mit Spiegelglas ausgefüllt sind; Vorhänge von schwerem lichtblauen Stoff bedecken zum Theil diese Füllungen. Auf den Gebälken dieser Pilaster- und Säulenstellungen erhebt sich ein Tonnengewölbe. Dasselbe ist nach Art einer Laube mit einem leichten Rautenwerk lichtgrüner Blätter auf hellblauem Grunde decorirt, das über gemalten von zierlichem Ornament durchbrochenen Gurten als seinen Trägern sich ausbreitet. Wir erkennen in dieser Decoration einer gewölbten Decke ein von den Architekten und Malern der italienischen Renaissance des sechszehnten Jahrhunderts für ähnliche Fälle sehr beliebtes Motiv.

Die letzte Tafel unsers Werkes zeigt uns den Entwurf für eine Wanddecoration des Prinz-Albrechts-Palais in Berlin. Wenn wir nicht irren, so war derselbe für die Decoration des ovalen Gartensalons im Parterre-Geschofs dieses Palais bestimmt, ist aber mit Beibehaltung des Motivs in veränderter Weise zur Ausführung gekommen. In dem hier vorliegenden Entwurfe sehen wir auf gemalt-marmornem Sockel eine ebenfalls gemalte ionische Pilasterstellung auf einem zweiten ihr eigenen niedrigeren Sockel sich erheben. Das Gebälk dieser Pilaster wird in den weiten Intercolumnien noch je von einem gemalten goldfarbenen schlanken Säulchen — nach Art derer von Candelabern — unterstützt. Im unteren Theile dieser Intercolumnien sehen wir diese durch gemalte Velen von rother Farbe geschlossen, in anderen sind diese Velen herabgelassen oder fehlen auch wohl ganz. Diese Intercolumnien gewähren nun — wie Durchsichten — Blicke auf gemalte architektonische Perspectiven, und erweitern scheinbar den Raum. Dieses Motiv der Wanddecoration hat Schinkel den pompejanischen Wandmalereien entlehnt, aber wie reizvoll und schön sehen wir es hier wieder verwendet! In dieser Gestaltung erscheint es als eine durchaus selbständige Schöpfung Schinkels.

Wir können unsere Schau nur mit dem Wunsche beschliefsen, dafs Herausgeber wie Verleger recht bald die Fortsetzung des Werks liefern, und in derselben weitere Decorationen aus dem Prinz Albrechts-Palais und auch aus dem Prinz Carls-Palais in eben so gelungenen Blättern wie die vorliegenden darbieten mögen.

Da wir in unserem obigen Berichte Manches über Schinkels Decorationsweise absichtlich nicht berührt haben, wovon Prof. M. Gropius in dem Vorworte seiner Herausgabe ausführlicher handelt, so nehmen wir mit Rücksicht auf das Gewicht des Themas keinen Anstand dieses „Vorwort“ hier als Nachwort in Folgendem zu wiederholen.

„Schinkels farbige Decorationen innerer Räume bedingen so wesentlich den vollendet harmonischen Eindruck seiner Bauten, sie sind so nothwendig zum vollständigen Verständnifs seiner Gedanken, dafs das Unternehmen, sie durch den Farbendruck in weiteren Kreisen bekannt und allgemein zugänglich zu machen, kaum einer Rechtfertigung bedarf.

In allen Zeiten hoher Kunstblüthe hat man den Farbenschmuck als unumgänglich für die Architectur erkannt; erst durch das Element der Farbe erhielten ihre Werke die volle künstlerische Wirkung.

Aegyptische und arabische Bauwerke prangen noch heut in ihrer ursprünglichen malerischen Decoration. Von der Bemalung gothischer Kirchen und Paläste ist soviel erhalten, dafs wir uns ein lebendiges Bild ihrer prächtigen Erscheinung machen können, und wenn uns die Literatur und die Ruinen auch Nichts von der Polychromie griechischer Bauweise aufbewahrt hätten, so würde uns der starre leblose Eindruck der modernen marmorweifsen Tempel-Nachahmungen beleh-

Digitized by Google

ren, wie nöthig die Farbe ist, um den Werken der Baukunst den Eindruck warmen Lebens zu verleihen. —

Die grofsen Meister der Renaissance, welche die lange im Schoofse der Erde vergrabenen Keime griechischer Kunst zu neuem Leben erweckten, führten auch zugleich die Farbe in die Architektur wieder ein.

Als die Baukunst des XVI. Jahrhunderts, ohne einen so klaren Abschluss erlangt zu haben, wie ihn die Malerei derselben Epoche durch Rafael erreichte, allmählig wieder herabsank, verlor sich auch die Farbe in der Architektur: als dann Schinkel, von gleicher Begeisterung für das classische Alterthum beseelt wie jene Meister, mit reiferer Erkenntnifs die unvollendete Arbeit Jener wieder aufnahm und zum Abschlufs brachte, setzte auch er sogleich das Element der Farbe wieder in seine Rechte ein.

Seine ersten Arbeiten waren farbige Decorationen im Königlichen Palais — sein erster monumentaler Bau — das Museum — war farbig gedacht.

Wenn Schinkel bei seinen späteren Ausführungen auch durch den Mangel an einem gefärbten Decorations-Material, welches der Ungunst unseres Klimas widerstehen könnte — ein Mangel, mit dem die Architekten noch heut zu kämpfen haben — gezwungen wurde, die Färbung im Aeufsern auf das geringe Maafs zu beschränken, welches Terra cotta und glasirte Ziegel gewähren, so erkennt man doch in der häufigen Anwendung offener polychromer Vorhallen das Bestreben, die Architektur auch nach Aufsen hin farbig wirken zu lassen.

Betrachten wir diese Ausführungen im Zusammenhange mit seinen colorirten Zeichnungen, mit seinen Landschaften und Figuren-Bildern, und namentlich seine in Gouache ausgeführten Theater-Decorations-Entwürfe, so gewinnen wir die Ueberzeugung, dafs dem Meister eine Begabung für die Farbe beiwohnte, wie sie in gleicher Feinheit und Kraft kaum bei irgend einem anderen Baukünstler nachzuweisen ist.

Dafs Schinkel im Beginn seiner künstlerischen Laufbahn mehrere Jahre hindurch fast ausschliefslich Landschaften malte, mag nicht wenig zu der Entwickelung dieser besonderen Begabung beigetragen und die Originalität seiner Färbungen begründet haben, in denen sich die Energie und Klarheit der Antike mit dem Reichthum und der Mannigfaltigkeit der Renaissance vereinigen.

Als Nachahmungen irgend einer dieser Epochen wird man sie nicht bezeichnen können, sondern man erkennt im Gegentheil, dafs sie aus einem an der Natur gebildeten und von Natureindrücken genährten Auge entsprungen sind. Es sind frische, volle Töne, die uns aus Schinkels Farben entgegen klingen; dunkle und gebrochene Stimmungen oder jene, in der Renaissance so häufig angewendeten Wand- und Deckenmalereien, bei denen man nur eine allgemeine Harmonie empfindet, ohne dafs die Seele nach einer bestimmten Richtung hin erregt würde, finden wir ebenso wenig bei ihm, wie die matten verblafsten Töne, mit denen die Künstler des XVIII. Jahrhunderts sich begnügten.

Es leuchtet aus seinen Farben immer das Bestreben hervor, in demselben Sinne poetisch zu wirken, in welchem der auszuschmückende Raum poetisch gedacht war. Die prächtige Würde seiner fürstlichen Zimmer, die freie Heiterkeit seiner Festsäle und die milde Ruhe seiner Wohnzimmer sind gleich unübertrefflich ausgedrückt.

Die Hauptfarbe des Ganzen ist der Bestimmung des Raumes entsprechend gewählt, und so energisch als möglich vorgetragen. Selbst durch die reichsten und mit Figuren, Pflanzenwerk und architektonischen Motiven erfüllten Decorationen geht eine solche Grundfarbe hindurch, gleichsam die Tonart, die das Ganze zu einer einheitlichen Wirkung zusammenschliefst.

Die allgemeine Regel, welche Schinkel seinen Schülern zu geben pflegte, stimmt damit vollkommen überein.

> „Es solle eine Farbe in grofsen Flächen als die herrschende, eine zweite in geringer Ausdehnung als die untergeordnete, und eine dritte nur in Andeutungen zur Erscheinung kommen."

Die geistvollen Bemerkungen, welche Göthe und Oerstod über die sinnlich-sittliche Wirkung der verschiedenen Farben machten, mögen hier in Erinnerung gebracht sein.

Abgesehen von der Originalität der Färbungen ist es eigenthümlich für Schinkels Decorationen, dafs sie nicht selbstständig sich geltend zu machen suchen, sondern dafs sie, der baulichen Gliederung sich anschliefsend, den architektonischen Organismus zum Ausdruck und zu einer so vollendet harmonischen Wirkung bringen, wie sie die künstlerische Sturm- und Drangperiode der Renaissance kaum jemals erreicht hat.

Zu jener Zeit betrachteten Maler und Bildhauer die Wände, Decken und Façaden als ein freies Terrain, auf dem sie ihrem Talent den weitesten Spielraum gewährten. Und wenn es nicht so schöne und anmuthige Dinge wären, die sie über Winkel und Grate hinwegmalend, und Säulen, Pilaster und Gebälk mit köstlichem Ornament umspinnend, uns vor Augen führen, so würde man es weniger gern ertragen, dafs sich die Tochterkünste auf Kosten der mütterlichen Architektur so sehr in den Vordergrund drängen.

Schinkels innere Decorationen sind meist in Leimfarben ausgeführt, welche eine bei weitem reichere Skala bieten, als sie die Antike wie die Renaissance für ihre fast immer in Fresco ausgeführten architektonischen Malereien anwenden konnte, und wenn einerseits dieser Reichthum die Veranlassung ist, dafs Schinkel alle nur denkbaren Combinationen, auch die gewagtesten anwenden und harmonisch lösen konnte, so ist andererseits das leicht vergängliche Material die Ursache, dafs vieles Schöne von seinen Arbeiten nach kaum einem Menschenalter bereits der Zerstörung anheimfällt.

In Leimfarben ausgeführte Malereien lassen sich sehr schwer reinigen, noch schwieriger restauriren und so ist es erklärlich, wenn sie bei Beschädigungen oft genug ganz beseitigt und durch moderne Arbeiten nach dem Geschmack des Hausherrn oder des Architekten ersetzt werden.

Es sind auf diese Weise mehrere Zimmer-Decorationen in den Palais der Königlichen Prinzen und ebenso die schöne Decke des Porticus vor dem Palais des Prinzen Albrecht verschwunden. Im Palais des Grafen Redern ist ein durch Feuer beschädigter Saal modernisirt worden, und die Rotunde des Museums hat mit ihrer anderen Bestimmung auch eine andere malerische Ausschmückung erhalten, als Schinkel es gewollt hatte. Auch der Zuschauerraum des Schauspielhauses wurde vor wenigen Jahren durch verschiedene Abänderungen „aufgemuntert", als eine Renovirung erforderlich erschien.

Da nun wohl zu befürchten ist, dafs noch manche andere seiner Decorationen auf dieselbe Weise verschwinden werden,

Digitized by Google

so hat der Verfasser es sich seit Jahren angelegen sein lassen, was irgend zugänglich war, in Zeichnungen zu sammeln.

Er hat zu dem Zwecke Aufnahmen veranstaltet, bei denen der Maler Fechner besonders thätig gewesen ist, der dazu durch mehrjähriges Studium unter Leitung des Verfassers vorbereitet war.

Dafs es demselben gelungen ist das Colorit der Originale treu wiederzugeben, mögen die mit den Originalen leicht zu vergleichenden Decken aus der Fuchsschen Conditorei und aus der Treppenhalle des Museums darthun.

Eine auf diese Weise entstandene ansehnliche Sammlung war die äufsere Veranlassung der Herausgabe. Der von der Verlagshandlung ausgesprochene Wunsch eine solche zu veranstalten, fand bei der Familie Schinkels sowie bei den Staatsbehörden bereitwilliges Entgegenkommen, und hat namentlich der Herr Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten gestattet, dafs einige im Schinkel-Museum befindliche colorirte Original-Zeichnungen, welche die Intentionen des Meisters noch feiner wiedergeben als es die Ausführungen selbst thun, bei der Herausgabe benutzt werden konnten.

Die bedeutenden Schwierigkeiten des Farbendruckes sind durch die grofse Sorgfalt und Liebe, welche Herr Locillot seiner Aufgabe gewidmet hat, beinahe vollständig überwunden, so dafs die vorliegenden Blätter die Wirkung der Originale nach Möglichkeit wiedergeben." L. L.

Die Bauwerke der Renaissance in Umbrien von Paul Laspeyres, Architekt. Erste Abtheilung mit 10 Kupfertafeln und 75 Holzschnitten. Berlin, Ernst und Korn 1873.

Der Hr. Verf. legte schon im ersten Hefte des XXII. Jahrgangs der Zeitschrift für Bauwesen den Anfang einer Arbeit vor, als deren endliches Ziel er „die Veröffentlichung der Bauwerke der Renaissance und die Schilderung der architektonischen Schätze aller Kunstepochen in der Provinz Umbrien" bezeichnete. Er liefs seitdem in der gen. Zeitschrift in der Form von unabhängig neben einander gestellten Monographien die Beschreibung einer Anzahl von umbrischen Städten und kleineren Ortschaften folgen, für welche der Verf. das Material bereits früher gesammelt hatte. In der vorliegenden ersten Abtheilung „der Bauwerke der Renaissance in Umbrien" hat die Verlagshandlung nun jene sporadischen Editionen zu bequemerer Benutzung in übersichtlicher Form zusammengestellt und damit einen gröfseren Abschnitt des ganzen Werkes weiteren Kreisen zugänglich gemacht.

Umbrien, die kleinste Provinz des neu geeinigten italienischen Königreichs, ist bisher von den Architekten etwas vernachlässigt worden. Seine durch landschaftliche Scenerie und äufsere Erscheinung höchst interessanten Städte schmücken Bauwerke aus allen Bauepochen; nur sehr wenige derselben sind bisher durch genügende Publicationen zur allgemeinen Kenntnifs gebracht. Vornehmlich gilt dies von den Bauwerken Umbriens aus der Periode der Renaissance, Werke, die, wenn auch nicht gerade oft ersten Ranges und von gewaltiger Gröfse, meistens aber von ganz origineller Anlage, und von bemerkenswürdiger Schönheit sind. Diese Architektur der Renaissance Umbriens harrte bisher vollständig ihrer wohlverdienten Veröffentlichung, während die gleichzeitigen und relativ auch wohl noch bedeutungsvolleren Kunstschöpfungen der Malerei schon lange ihre volle Würdigung gefunden hatten. Die Erkenntnifs der unverdienten Vernachlässigung einer ganzen für die Geschichte der italienischen Baukunst wichtigen Provinz, die persönliche Vorliebe des Verfassers für die anmuthige und vielgestaltige umbrische Landschaft, und endlich sein Wunsch, in dankbarer Anerkennung der ihm durch das Studium der Kunstgeschichte zu Theil gewordenen Förderung auch seinerseits zur Verbreitung des kunstgeschichtlichen Wissens beitragen zu können, haben zusammengewirkt, wie unser Verf. in seinem Vorworte selber angiebt, in ihm den Plan für diese Arbeit zur Reife zu bringen.

In der gesammten Anordnung dieser Arbeit soll das Prinzip der geographischen Eintheilung Geltung behalten; zunächst in der nach einzelnen Ortschaften getrennten Behandlung des Stoffes, weiter aber auch, indem der Verf. die vom Tiberstrome in zwei ungleiche Theile geschiedene Provinz in zwei entsprechend gesonderten Abtheilungen zu bearbeiten gedenkt. Mit der Durchwanderung des gröfseren linkstiberinischen Theils wird begonnen, mit der des kleineren rechtsseitigen Gebiets soll der Beschlufs gemacht werden.

Bei diesen Wanderungen hat aber unser Verf. in seinem erläuternden Texte sich nicht allein auf die Betrachtung der Bauwerke der Renaissance beschränkt, der er anfangs, wie er mittheilt, bei der Fülle der Baumonumente in Umbrien seine Aufmerksamkeit zuwenden wollte, theils aus der nothwendig weisen Beschränkung, theils aus persönlicher Vorliebe und der Erkenntnifs, dafs gerade die Kunst der Renaissance-Epoche auf die Entwickelung und Fortbildung unserer heutigen Architektur von dem bedeutsamsten Einflusse sei, er hat in diesen seinen erläuternden Text auch „die Beschreibung der umbrischen Baudenkmale aller Kunstepochen und die Darstellung ihrer baugeschichtlichen Entwickelung" eingeschlossen, um seinem Werke die möglichste Vollständigkeit und Brauchbarkeit für das Studium zu gewähren. So erweist sich dasselbe denn zugleich noch als ein trefflicher Führer für den reisenden Architekten, den er gelegentlich auch auf kleinere Gegenstände des Kunsthandwerks aufmerksam macht, die einer Edirung würdig sind und derselben noch harren. Die auf je eine einzelne Oertlichkeit bezügliche Monographie beginnt jedes Mal mit allgemeinen Vorbemerkungen über die Lage und äufsere Physiognomie des Ortes. Für die bedeutenderen Städte finden wir in einem kleinen Holzschnitte den Plan der Stadt beigefügt. Wo es die Rücksicht auf die Baugeschichte erfordert, wird auch auf die politische Geschichte der Stadt oder auf einzelne wichtige Episoden aus derselben in möglichster Kürze Bezug genommen. Mit einer Zusammenstellung der von dem Verf. für die jedesmalige Monographie benutzten Literatur werden die Vorbemerkungen abgeschlossen.

Der die Bauwerke speciell betreffende Theil des Textes ist in drei gröfsere Abschnitte eingetheilt, der erste umfafst die Werke des Alterthums, der zweite die des Mittelalters, der dritte die der Renaissance; die beiden letzten Abschnitte zerfallen wieder in je zwei Unterabtheilungen, in Werke der kirchlichen und in Werke der profanen Architektur. Wo bei einem Baumonument ein späterer Restaurations- oder Erweiterungsumbau aus der Zeit der Renaissance ältere Bautheile von so bedeutendem Umfange einschliefst, dafs seine ursprüng-

Digitized by Google

liche Gestalt mit einiger Sicherheit aus denselben ermittelt werden kann, oder wo eine aus urkundlichen Mittheilungen nachzuweisende historisch interessante Bauentwickelung dem späteren Neubau vorausgegangen ist, beleuchtet der Text das Bauwerk in zwei nach der Erbauungszeit gesonderten Abtheilungen.

In dem vorliegenden Hefte werden die Orte S. Giustino, Città die Castello, Assisi, Foligno, Spello, Bevagna, Cannara und Bettona abgehandelt. Unseren Bericht bis auf die Baumonumente der einzelnen Orte ausdehnen, hiefse den Raum desselben überschreiten. Referent will hier indefs bekennen, dafs ihm die Lesung des erläuternden Textes unsers Verfassers einen wahren Genufs bereitet hat: mit nicht ermattendem Interesse folgt man dem sprachgewandten Autor auf seinen Wanderungen von Ort zu Ort, deren pittoreske landschaftliche Lage und häufig sehr verschiedene äufsere Erscheinung er so gut zu schildern weifs, dafs die Lectüre fast den Reiz einer Reise selber mit ihren wechselnden landschaftlichen Bildern gewährt. Mit Aufmerksamkeit nimmt man seine Beschreibungen von Baulichkeiten auf, die auch bei mangelnder Abbildung doch ein klares Bild derselben zu geben verstehen, und folgt gern seinen kunsthistorischen Betrachtungen und baugeschichtlichen Deductionen, die von dem kunstgebildeten Urtheil des Verf. Zeugnifs ablegen. Bei der Bestimmung der Bauzeiten der Monumente folgt er vornehmlich den neueren Localforschern, ohne dabei sein selbständiges Urtheil aufzugeben; wo unser Verf. von ihnen abweicht, weifs derselbe seine Altersbestimmung der Bauten überzeugend zu begründen.

Die geschmackvoll gezeichneten und von Ritter trefflich gestochenen Darstellungen der Kupfertafeln werden durch viele in den Text gedruckte Holzschnitte ergänzt. War es wegen der Mannichfaltigkeit der dargestellten Gegenstände auch nicht immer möglich ein und denselben Maafsstab für dieselben beizubehalten, so soll doch dieser Forderung nach Möglichkeit entsprochen werden, wie der Autor verheifst. Möge demselben bei seiner praktischen Bauthätigkeit in Rom, wo er mit einem Umbau des Palastes Caffarelli behufs einer Erweiterung der für das archaeologische Institut bestimmten Räumlichkeiten gegenwärtig beschäftigt ist, genug Mufse und Kraft verbleiben, sein so schön begonnenes Werk über Umbrien bald fortsetzen zu können.

Deutsche Zeitschriften für Kunstindustrie.

Seit den Tagen der ersten Londoner Industrie-Ausstellung, da zum ersten Male die Völker des Weltalls in friedlichen Wettkampf mit einander traten, ist das Interesse für Kunsthandwerk und Kunstindustrie in immer weiteren Kreisen lebhaft geworden und ist in den letzten Jahren so sehr in den Vordergrund getreten, dafs fast Niemand sich demselben mehr entziehen kann. Es ist jetzt auch allgemein anerkannt, dafs bei dem bequemen Vergleich der Produkte verschiedener Länder auf den grofsen Weltausstellungen und bei den sehr erleichterten Verkehrsmitteln eine stetige Verbesserung der Industrieprodukte in ästhetischer Beziehung, d. h. eine innige Verbindung von Kunst und Handwerk für diejenigen Völker, welche den Weltmarkt beherrschen wollen, also im Interesse der Erhaltung und Vermehrung des Nationalreichthums eine Nothwendigkeit ist. Daher die grofse Aufmerksamkeit, welche der Kunstindustrie unserer Tage nicht nur von Kunstfreunden, Fabrikanten, Kaufleuten und Corporationen, sondern auch von den Staatsregierungen geschenkt wird.

Die erstrebte Verbesserung der modernen Kunstindustrie wird einerseits durch die Kunstgewerbeschulen, wenn sie in verständiger Weise geleitet werden, und andererseits durch Gewerbemuseen und gute Publikationen wesentlich gefördert.

Die Kunstgewerbeschulen haben die Aufgabe, jüngere Kräfte zu bilden, welche im Stande sind, mit vollem Verständnifs der Stylgesetze Entwürfe für kunstgewerbliche Gegenstände aller Art und die Werkzeichnungen dazu zu fertigen.

Die Gewerbemuseen, welche trotz der kurzen Zeit ihres Bestehens schon sehr segensreich gewirkt und schöne Früchte gezeitigt haben, sollen, neben ihrem Zweck als Lehrmittel der Kunstgewerbeschulen, den Geschmack der Fabrikanten sowohl als des grofsen Publikums durch Vorführung älterer und neuerer mustergiltiger kunstgewerblicher Gegenstände im Original oder in getreuen Copieen bilden. Producenten und Fabrikanten sind von einander abhängig. Der Fabrikant soll wirklich Gutes schaffen; aber das Publikum mufs auch darauf hingewiesen werden, das wahrhaft Gute von dem Schlechten, nur durch die Mode Gebotenen zu unterscheiden und Ersterem den Vorzug zu geben, weil sonst die Fabrikanten in ihrer besseren Richtung nicht beharren können.

Die Publikationen endlich sollen die Thätigkeit der Kunstgewerbeschulen und der Gewerbemuseen, welche trotz ihrer Wanderausstellungen und Aehnlichem doch wesentlich stets an eine gröfsere Stadt gefesselt sind und daher nur in gewissen Kreisen wirken können, fortführen, möglichst erweitern und ergänzen. Sie sollen gute Abbildungen mustergiltiger Gegenstände, einzelne Ornamente, belehrende Aufsätze über Styl, Tectonik, Geschichte, Berichte über die einschlagende Thätigkeit an verschiedenen Orten etc. bis in die weitesten Kreise tragen, sollen in die Ateliers der Künstler und Musterzeichner, in die Werkstätten der kleinen Handwerker dringen, um ihnen Anregung, gute Ideen, Vorbilder zu bringen, und in die Familien, um den Geschmack zu bilden und die Bezugsquellen für das wirklich Gute anzugeben, und auf diese Weise auch das nöthige Wechselverhältnifs zwischen Verkäufern und Käufern fördern.

Unter solchen Publikationen nehmen, neben den populären, systematisch geordneten Werken (wie die schönen Bücher von Jacob Falk in Wien) und den Mustersammlungen (wie die vortrefflichen Publikationen von J. v. Hefner in München und Friedrich Fischbach in Hanau) die Zeitschriften eine hervorragende Stelle ein, weil ihre Einwirkung durch ihr wiederholtes Erscheinen eine stetige ist. Das Entstehen solcher Zeitschriften zur Förderung der Kunstgewerbe ist daher, wenn sie mit Verständnifs geleitet werden, stets mit besonderer Freude zu begrüfsen und ihr Gedeihen mit allen Mitteln zu fördern.

Bis vor Kurzem hatten wir aufser der nur für beschränkte Kreise bestimmten „Zeitschrift des Kunstgewerbe-Vereins in München“ nur ein derartiges Journal, die Stuttgarter „Gewerbehalle“, welche, in einer stattlichen Reihe von Bänden vorliegend, einer sehr weiten Verbreitung sich erfreut und deren Vorbilder von Fabrikanten und Handwerkern vielfach

Digitized by Google

benutzt werden. Im Jahre 1867 entstand dann Stegmann's kleine Zeitschrift „Kunst und Gewerbe".

Da in unseren Tagen nun das Interesse für die Kunstindustrie so sehr lebhaft geworden, genügen die vorhandenen Zeitschriften nicht mehr und da in den verschiedenen Gegenden Deutschlands verschiedene Stylrichtungen in der Kunst verfolgt werden, hat sich das Bedürfniss herausgestellt, mehre Zeitschriften zu besitzen, welche diese verschiedenen Richtungen vertreten. Daher bestehen seit etwa zwei Jahren, neben der Gewerbehalle, welche vorzugsweise der modernen süddeutschen Auffassung der Renaissance huldigt, noch zwei andere Zeitschriften, nämlich die von Professor V. Teirich in Wien vortrefflich geleiteten „Blätter für Kunstgewerbe" (Verlag von R. v. Waldheim in Wien), welche neben der Gothik der Schmidt'schen Schule besonders die Italienische Renaissance und die auf dem Studium der Hellenischen Kunstformen beruhende neueste Renaissance vertreten, und die von dem Baurath Oppler in Hannover herausgegebene Zeitschrift „Die Kunst im Gewerbe" (Verlag von Cohen und Risch in Hannover), welche vorzugsweise auf die Gothik sich beschränkt und neben „Aufnahmen kunstgewerblicher Erzeugnisse aus der Blüthezeit des Mittelalters" besonders Entwürfe ihres Herausgebers bringt.

Eine andere Zeitschrift, welche die Stylrichtung der Berliner Schule vertreten soll, — die leider ins Stocken gerathene, in ihren Grundsätzen vortrefflich angelegte Zeitschrift „Frauen-Arbeit" des Dr. Georgens stand damit in Verbindung — wird in den Kreisen des Berliner Gewerbe-Museums seit Jahren vorbereitet, ist aber noch nicht ans Licht getreten.

In der Anordnung und Ausstattung folgen diese Zeitschriften im Allgemeinen dem als praktisch bewährten Vorbilde der „Gewerbehalle". Alle, mit Ausnahme der Stegmannschen, legen mit Recht das Hauptgewicht auf Abbildungen mustergiltiger, kunstgewerblicher Gegenstände.

Während alle genannten Zeitschriften, ohne ältere Gegenstände auszuschliefsen, doch mit besonderer Vorliebe neuere Arbeiten publiciren, ist vor einigen Wochen nun das erste Heft einer neuen Zeitschrift ausgegeben worden, welche principiell nur ältere mustergiltige Gegenstände der Kunstgewerbe bringen wird. Es ist dies die im Verlage von W. Spemann in Stuttgart erscheinende Zeitschrift „Das Kunsthandwerk". Dieselbe ist durch das bekannte, in vielen Kreisen sehr beliebte französische Journal „l'art pour tous" angeregt worden, ist aber keineswegs eine Nachahmung desselben, sondern ein in jeder Beziehung selbständiges Unternehmen, welches mit gröfsester Solidität und unter Aufwendung sehr bedeutender Mittel durchgeführt werden soll. Sie will die reichen Schätze der öffentlichen und privaten Sammlungen, und solche, die zerstreut in Kirchen, Rathhäusern und in Privatbesitz sich befinden, so weit sie eben noch nicht genügend publicirt sind, in getreuer, in hinreichend grofsem Maafsstabe gezeichneter Darstellung zur öffentlichen Kenntniss bringen und dadurch also, wie oben angedeutet, die Thätigkeit der Gewerbe-Museen erweitern, d. h. den Geschmack bilden und dem Publikum eine Fülle neuer Ideen und Vorbilder geben, welche der Fabrikant und Handwerker benutzen, nach welchen der Liebhaber sich Gegenstände ausführen lassen kann.

Da Gegenstände aller Kunstperioden Aufnahme finden sollen, kann diese Zeitschrift schliefslich zugleich ein Atlas zur Geschichte der Kunsthandwerke werden. Die Redaction dieser Zeitschrift haben Bruno Bucher, Custos des Wiener Gewerbe-Museums, für den wissenschaftlichen Theil, und Architekt Professor A. Gnauth in Stuttgart für den künstlerischen Theil übernommen. Ihnen zur Seite stehen als Mitarbeiter eine Anzahl namhafter Kunstgelehrter in den bedeutendsten Städten des In- und Auslandes, welche bemüht sind, das passendste Material auszuwählen und zeichnen zu lassen. Der Verleger, W. Spemann in Stuttgart, hat erkannt, dafs in unsern Tagen nur das Beste auf Beachtung rechnen kann, ist daher bestrebt, die Darstellung der einzelnen Gegenstände (in Holzschnitt oder Farbendruck) und die ganze Ausstattung des Werkes so gut als irgend möglich herstellen zu lassen. Und in der That entspricht das vorliegende erste Heft (à 8 Blatt Folio, deren monatlich eines erscheinen soll) wohl auch den verwöhntesten Ansprüchen, denn Zeichnung und Holzschnitt (aus dem berühmten Atelier von A. Clofs in Stuttgart) sind in jeder Beziehung meisterhaft und die Ausstattung des Heftes höchst elegant. Das Heft ist selbst ein mustergiltiges Erzeugniss der Kunstindustrie. In der Auswahl der Gegenstände dürfte Dieser oder Jener mit der Redaction nicht übereinstimmen. Doch ist zu bedenken, dafs der Geschmack der Einzelnen sehr verschieden ist, diese Zeitschrift aber möglichst Vielen etwas Zusagendes bringen will. Der Eine hat Vorliebe für die Gothik, der Andre für die Früh-Renaissance, der Dritte für das Rockocko. Hier sollen alle Style vertreten sein; jedoch von jedem nur das Beste und am meisten Charakteristische. Die Zeitschrift verdient demnach in den weitesten Kreisen Anerkennung und Unterstützung. Der Beifall der Kenner wird ihr nicht fehlen. R. Bergau.

Carl v. Lützow, Kunst und Kunstgewerbe auf der Wiener Weltausstellung. Leipzig, E. A. Seemann.

So unendlich viel in fast allen Zeitungen, in Journalen und Büchern über die Wiener Weltausstellung auch schon geschrieben worden ist, so fehlte es bis vor Kurzem doch noch fast gänzlich an sachgemäfsen Berichten über dieselbe. Erst jetzt, da die Ausstellung ihrem Ende sich nähert, erscheinen dieselben allmälig, meist leider zu spät, als dafs sie auf der Ausstellung selbst noch benutzt werden könnten. Dafs sie erst so spät kommen, hat seinen Grund wesentlich in dem allzu grofsen Mifsverhältniss zwischen der gewaltigen Masse des Gebotenen einerseits und der geistigen Verdauungskraft der Beschauer innerhalb der zu Gebote stehenden, doch meist beschränkten Zeit, sowie in der ungeordneten Aufstellung und der daraus folgenden sehr erschwerten Uebersicht über das vorhandene überaus reiche Material. Es war wohl kaum Jemand, der fremd in die Ausstellung gekommen, im Stande, auch nur ein Gebiet, dasjenige seiner engeren Arbeit, innerhalb zwei oder drei Wochen so weit zu übersehen, dafs er im Stande wäre mit Sicherheit anzugeben, was ausgestellt ist, und welche Fortschritte auf diesem Gebiete zu bemerken sind. Haben doch selbst die amtlichen Jurors, denen jedenfalls mehr und bessere Hülfsmittel für Orientirung und Erlangung von Auskunft zu Gebote standen, als jedem andern Besucher, trotz ihrer angestrengten Thätig-

Digitized by Google

keit, nicht allen billigen Ansprüchen genügen können. Statt zu beobachten, zu vergleichen, überhaupt zu studiren, was doch in erster Linie der Zweck einer solchen Ausstellung ist, kann man im Allgemeinen nur schauen, wohl auch Dies oder Jenes genauer betrachten, ohne Ruhe und Gelegenheit zu haben, dasselbe geistig in sich aufzunehmen und zu verarbeiten. Daher entspricht z. B. selbst die mit den grofsartigsten Mitteln versehene in sorgfältigster Weise vorbereitete „Weltausstellungs-Zeitung" der „Neuen freien Presse" in Wien, welche viele der ersten Autoritäten als Berichterstatter engagirt hatte, keineswegs den gehegten Erwartungen, weil eben viele Berichterstatter nicht im Stande waren ihr Wort zu halten und diejenigen, welche es hielten, nicht das geben konnten, was sie anfangs beabsichtigt hatten.

Wie Kunst und Kunstgewerbe die Blüthe der Cultur ist, so bilden Kunst, Kunstgewerbe und Kunstindustrie auch den eigentlichen Mittelpunkt der Weltausstellung, wofür das Interesse in den weitesten Kreisen rege ist. Es ist daher gewifs gerechtfertigt, dafs diesen Theilen eine besonders eingehende und liebevolle Darstellung zu Theil wird, und es ist ein sehr glücklicher Umstand, dafs gerade die besten Kenner derselben, denen die gründlichsten und umfassendsten Vorkenntnisse zu Gebote stehen, meist zugleich in einer besonders günstigen Lage gegenüber der Weltausstellung sich befanden. Ein von diesen Männern gemeinsam, unter der Redaction des Prof. Dr. C. v. Lützow in Wien, des geschickten und liebenswürdigen Redacteurs der weit verbreiteten „Zeitschrift für bildende Kunst", verfafster Bericht erscheint unter dem oben angegebenen Titel in der E. A. Seemann'schen Verlagsbuchhandlung zu Leipzig. Das erste Heft desselben, deren 10 bis 12 kommen sollen, wurde im September ausgegeben. Verfasser desselben sind: Br. Bucher, R. v. Eitelberger, J. Falke, Fr. Lippmann, M. Thausing u. A. Es enthält drei Aufsätze, über die Eröffnungsfeier, den Ausstellungsplatz und die Ausstellungsbauten. Der Schwerpunkt des ganzen Werkes jedoch liegt in den Illustrationen, Holzschnitte, welche charakteristisch gezeichnet und meisterhaft geschnitten, geradezu als mustergiltig zu bezeichnen sind. Das erste Heft enthält deren 28, giebt, dem Text zum Theil vorgreifend, Abbildungen aus den verschiedensten Gebieten der Kunst und Kunstindustrie, Gebäude und deren ornamentale Einzelnheiten, Glasgemälde, Schmiedearbeiten, Goldarbeiten, geschliffene Gläser, Muster von Seidenstoffen und Spitzen, Majoliken u. A. Alles ist mit Verständnifs ausgewählt und schön dargestellt. Wir erhalten in diesem, auch typographisch vortrefflich ausgestatteten Werke, das selbst ein mustergiltiges Erzeugnifs der Kunstindustrie ist, demnach in klarer Uebersicht eine Auswahl des Besten, das die Weltausstellung enthielt. Das schöne Buch wird nach seiner Vollendung ein werthvolles Gedenkbuch sein für diejenigen, welche die Ausstellung gesehen; denjenigen aber, welche sie nicht gesehen, wird es Neues, Schönes und Anregendes bringen und zugleich ein Musterbuch für Kunstindustrielle sein. Möge es in recht viele Hände kommen, damit es auch seinen Theil dazu beitrage die guten Früchte, welche diese Ausstellung zeitigen wird, zu vermehren und zu veredeln.

R. Bergau.

C. Wimmer, Mittelalterliche Holzschnitzereien. (Mainz 1873. V. v. Zabern.)

In der im vierzehnten Jahrhundert erbauten stattlichen Kirche — ihr Grundrifs ist der sehr gute Normalplan der Kirchen jener Zeit — des Dorfes Bechtolsheim, zwischen Oppenheim und Mainz in Rheinhessen, befinden sich, aufser den Chorstühlen, auch noch sehr wohlerhaltene Kirchenstühle (Betstühle), welche laut Inschrift auf der Rückseite eines derselben im Jahre 1496 von „Erhard Valckener von Abensperg" in Bayern, demselben Meister, von welchem etwas später (1510) die Betstühle in der Carmeliterkirche zu Kidrich [1]) im Rheingau und, nach Otte, auch die Chorstühle zu Gauondernheim gefertigt worden sind. Da solche Kirchenstühle von gothischen Formen sehr selten [2]) und die bezeichneten reich ornamentirt sind, hat C. Wimmer in Alzey, in Gemeinschaft mit dem Baumeister Wallat in Saargemünd sie mit allen ihren Ornamenten genau aufgenommen und in dem vorliegenden, anspruchslos auftretenden, aber sehr solide durchgeführten Werke publicirt. Die 22 Tafeln in Folio, dazu eine Tafel Grundrifs und eine Tafel Inschrift, sind mit vielem Fleifse, grofser Liebe und vollem Verständnifs gezeichnet. Die Technik der Vervielfältigung ist der autographische Umdruck, welcher für Darstellung dieser Art der Ornamentik in hohem Grade geeignet ist. Alle Ornamente sind in ganz flachem Relief ausgeführt und waren ursprünglich bunt (roth, blau und gold) bemalt. Bewundernswerth ist, in welcher Mannigfaltigkeit dasselbe Motiv variirt worden ist. Da diese Ornamente durchaus stylgemäfs und technisch sehr leicht ausführbar sind, ist diese dankenswerthe Publikation nicht nur für das Studium der Kunst- und Culturgeschichte von Werth, sondern auch in praktischer Beziehung für ausübende Architekten und für Schulen.

R. Bergau.

1) Ueber dieselben wird, dem Vernehmen nach, ein besonderes Werk vorbereitet. Proben dieser Stühle sind abgebildet in Heideloffs Ornamentik Heft XXII Bl. 4.

2) Auch in der Kirche zu Udenheim in Rheinhessen sollen ähnliche Stühle sich befinden.

Verzeichnifs neu erschienener oder neu aufgelegter bauwissenschaftlicher Werke des In- und Auslandes.

1873.

Adler, F., der Felsendom und die heilige Grabeskirche in Jerusalem. (Sammlg. gemeinverst. wiss. Vorträge 188. Heft). gr. 8°. Berlin. 12 Sgr.

Annales des ponts et chaussées, memoires et documents relatifs à l'art des constructions et au service de l'Ingenieur. Année 1873. 8°. 20 frcs.

Annales du génie civil et recueil de mémoires sur les ponts et chaussées, les routes et chemins de fer, les constructions et la navigation maritime et fluviale etc. 2e série. 1re année (1872) T. 18 de la publication. In-8°, XVI—878 p. et atlas de 35 pl. Paris.

Digitized by Google

Architektonisches Skizzenbuch. Eine Sammlung von Landhäusern, Villen, ländlichen Gebäuden, Gartenhäusern, Gartenverzierungen, städtischen Wohngebäuden, Decorationen innerer Räume etc. Jahrgang 1873. Heft 1—5. Der ganzen Folge Heft 118—122. gr. 4. Berlin. à Heft 1⅓ Thlr.

Archiv für ornamentale Kunst. Red. von M. Gropius. Liefg. 4. 5. Fol. à 1⅓ Thlr.

Afsmann, G. Die Wohnungsfrage in Berlin. Vortrag, gehalten im Architekten-Verein zu Berlin. Mit einem Plan von Berlin. gr. 4. Berlin. geh. ½ Thlr.

Atchley's Civil Engineer's and Contractor's Estimate and Price-Book. 1873. 8°. cloth. London. 6 sh.

Baensch, ..., Studien auf dem Gebiete der Ostsee. gr. 4. Berlin. 1⅓ Thlr.

Bakhuijzen, H. G. van den Sande, Gronden der werktuigkunde. Met vele houtgravuren. Gr. 8°. 8 en 184 bl. met 130 fig. tusschen den dekst. Arnhem. 2 fl. 60.

Barry de Merval, Etudes sur l'architecture égyptiennes. In-8. Paris. 5 fr.

Bauernfeind, Carl Max, Elemente der Vermessungskunde. 4. verm. u. verb. Aufl. 2 Bde. gr. 8. Stuttgart. 5 Thlr.

Bau-Kalender. Bearb. v. Ingen. A. Salomon. 27. Jahrg. 1874. Mit e. besonderen Beigabe. 2 Thle. 16. Berlin. In Leder geb. 1⅙ Thlr.

— — Deutscher. Bearbeitet von den Herausgebern der deutschen Bau-Ztg. Jahrg. 1874. Nebst Beilage. geb. 1⅙ Thlr.

Bau- u. Gewerbskalender f. d. J. 1874. Bearbeitet v. E. Bardenwerper. gr. 16. Strafsburg. geb. 28 Sgr.

Bauordnung, die allgemeine, vom 30. Juni 1864 für das Königreich Bayern. 3. Aufl. 16. München. 3¾ Sgr.

Bau-Zeitung, allgemeine, mit Abbildungen. Gegründet von Förster, red. von Köstlin. Jahrg. 1873. 12 Hefte. Wien. 13 Thlr.

— — deutsche. Organ des Verbandes deutscher Architekten- u. Ingenieur-Vereine. Red. Fritsch. Jährl. 4 Thlr.

Bellamy, C. J., Tables for the use of Engineers and Architects in taking out Quantities of Masonry, Ironwork etc. Roy-8. London. 15 sh.

Benoit-Duportail, Morandière et Sambuc, Etude sur l'exploitation, la construction, et l'entretien des chemins de fer. Matériel fixe et roulant, signaux, etc. 8. Paris. 10 fr.

Bernhardi, A., die Kalkziegelfabrikation und der Kalkziegelbau. 4. Aufl. gr. 8. Eilenburg. 1⅓ Thlr.

Bethke, H., Details f. decorativen Holzbau. Eine Sammlg. von Zierbrettern, Eck- u. Giebelblumen, Rosetten etc., überhaupt Details f. alle bei decorativem Holzbau vorkomm. Gegenstände. (In 12 Lfgn.) 1. u. 2 Lfg. Fol. (à 6 Steintafeln.) Stuttgart. à 1 Thlr.

Bitzer, F., neue allgemeine Bauordnung für das Königreich Würtemberg. Supplement. gr. 8. Stuttgart. 14 Sgr.

Boetticher, C., Die Tektonik der Hellenen. Zweite im Text neu bearbeitete Auflage. Lex. 8. und 45 Kupfertafeln in Folio. Berlin. 13⅓ Thlr.

Bond, R., Handbook of the Telegraph. 4. edit. revised and enlarged. 12. London. 3 sh.

Boubée, P., Primo congresso degli ingegneri ed architetti italiani in Milano. Sezione II. Costruzioni civili o stradali. Primo quesito. Sulle ferrovie economiche. In-16°. Napoli. 1 L.

Brosius, J., u. R. Koch, die Schule des Locomotivführers. 1. Abth. 8. Wiesbaden. ¾ Thlr.

Bruère, R., Traité de consolidation des talus, routes, canaux et chemins de fer. In-12°, avec atlas in 8° de 25 planches. Paris. 10 fr.

Butler, W. F., Ventilation of Buildings. 8. London. 1 sh.

Callon, .., Cours de machines et d'exploitation des mines. Hydraulique, machines hydrauliques. Théorie mécanique de la chaleur. Tome I. In-8°, avec atlas. Paris. (L'ouvrage aura 4 volumes.) 22 fr. 50.

Cargill, Th., the Strains upon Bridge Girders and Roof Trusses, including the Warren Lattice, Trellis, Bowstring, and other forms of Girders; the Curved Roof, and Simple and Compound Trusses. With 64 Illustr. on wood, drawn and worked out to scale. 8. London. 12 sh. 6 d.

Civilingenieur, der. Zeitschrift für das Ingenieurwesen. Red. Bornemann. gr. 4. 1873. Jährlich 7⅓ Thlr.

Debauve, ..., Mécanique, machines et machines à vapeur. Grand in-8°, avec vignettes et atlas de 16 planches. Paris. 37 fr. 50.

Denkmäler der Baukunst. Zusammengestellt, autograph. gezeichnet u. herausgeg. v. Studirenden der königl. Bau-Akademie zu Berlin. 6. u. 7. Liefg. gr. Fol. (à 12 Steintafeln.) Berlin. à Heft ⅚ Thlr.

Detail, Cottage and Constructive Architecture. Containing 75 large lithographic plates, published under the direction of A. J. Bicknell. A practical book for Architects, Builders, Carpenters, and all who contemplate building or remodelling wood, stone, or brick buildings. Large-4°. New-York. 10 D.

Dvorak, V., Beobachtungen am Kundt'schen Manometer. Lex. 8. Wien. 10 Sgr.

Engineer, the. 4. London. 52 Nr. ann. 12 Thlr.

Engineering. 4. London. 52 Nr. ann. 12 Thlr.

Everaerts, Ad., Monographie de l'hôtel de ville de Louvain, d'après les documents délaissés par feu son frère, Dom. Everaerts, restaurateur du monument. In-fol. orné de 48 grandes planches et de 3 photogr. Paris. 75 fr.

Evers, Henry, Steam and Steam Engine: Land, Marine and Locomotive 11°. London. 6 sh. 6 d.

Fabré, V., Théorie des charpentes, donnant des règles pratiques pour la construction des fermes et autres appareils en bois ou en fonte. In-8°, avec 1 pl. Paris. 4 fr.

Fankhauser F., die Drahtseilriese mit besonderer Berücksichtigung der Holz-Transport-Einrichtung im kleinen Schlierenthal, Kanton Unterwalden. 2. Aufl. gr. 4. Bern. ⅔ Thlr.

Flattich, W., der Eisenbahn-Hochbau in seiner Durchführung auf den Linien der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft. 1.—5. Heft. gr. 8., mit Atlas in gr. Fol. Wien. 20 Thlr.

Franke, G., der Bau und die Einrichtung der Treibhäuser, welche zur Fruchttreiberei bestimmt sind. 3. Aufl. gr. 8. Halle. 1 Thlr.

Gaudard, Jules, Théorie et détails de construction des arches de ponts en métal et en bois. In-8°, avec 3 pl. Paris. 4 fr.

Geometer-Kalender, deutscher. Mit astronom. Ephemeriden für das Jahr 1874. geb.

Digitized by Google

Georg, W., u. G. Wanderley, der Metallbau. gr. 8. Halle. 2⅔ Thlr.

Goschler, Ch., les chemins de fer nécessaires. In-12°, avec planches. Paris. 7 fr.

Grashof, F., theoretische Maschinenlehre. In 4 Bdn. 1. Bd. Mechanische Wärmetheorie, Hydraulik, Heizung. Mit in den Text gedr. Holzschn. 3 Lfg. gr. 8. Leipzig. 1⅓ Thlr.

Grebenau, Heinr., Taschenbuch f. Maurer-, Steinmetz-, Zimmermeister, Mühlärzte, Bauhandwerker überhaupt, Wiesenbaumeister, Fluſs- u. Dammwarte, Werkmeister u. Poliere. 2. [praktischer] Thl. 1. Lfg. 5. Aufl. 8. München. ⅚ Thlr.

Gropius u. Schmieden, Evacuations-Pavillon f. die Kranken-Anstalt Bethanien in Berlin. Mit 1 Kupfertaf. 8. Berlin. ⅓ Thlr.

Grueber, B., die Kunst des Mittelalters in Böhmen. 2. Thl. Die Zeit des Uebergangsstyles. 5. Lfg. gr. 4. Wien. ⅔ Thlr.

Grundzüge für die Gestaltung der secundären Eisenbahnen. gr. 8. Wiesbaden. 12 Sgr.

Haedicke, H., Tabellen und Formeln zur Berechnung der Leistung des Wasser- und Kohlenverbrauchs der Dampfmaschine. 8. Kiel. ⅚ Thlr.

Hagen, G., Handbuch der Wasserbaukunst. Dritte neu bearbeitete Aufl. Theil II. Die Ströme. Dritter Band. gr. 8., mit Atlas in Fol. 4 Thlr.
(I. 1. 2. II. 1. 2. 3. III. 1. 2. 3. 4. 38⅔ Thlr.)

Handbuch f. specielle Eisenbahn-Technik unter Mitwirkg. v. Fachgenossen herausgeg. von Edm. Heusinger von Waldegg. 2. Bd. Der Eisenbahn-Wagenbau. 1. Hälfte. 2. verm. u. verb. Aufl. Lex. 8. Leipzig. 4⅓ Thlr.

Desgleichen. 1. Band. Der Eisenbahnbau. 2. Hälfte. 3. Aufl. Lex. 8. Leipzig. 5 Thlr.

Hanhart und A. Waldner, Tracirungs-Handbuch für die Ingenieurarbeiten im Felde bei der Projectirung und dem Bau von Eisenbahnen und Wegen. Mit Holzschnitten. 8. geb. (380 S.) Berlin. 1⅓ Thlr.

Hauptmann, A., moderne ornamentale Werke der italienischen Renaissance. Herausg. v. O. Damm. Lichtdruck v. Römmler u. Jonas. 6.—8. Lfg. Fol. Dresden. à 1⅔ Thlr.

Heider, E. v., der Bau der Trocken-Docks im Arsenale der österreich. Lloyd in Triest und im Arsenale der k. k. Kriegs-Marine in Pola. gr. 4. Graz. 5 Thlr.

Heinzerling, F., Grundzüge der constructiven Anordnung und statischen Berechnung der Brücken- und Hochbau-Constructionen. 2. Thl. 1. Heft. gr. 4. Leipzig. 3 Thlr.

Henz, L., praktische Anleitung zum Erdbau. 3. Aufl., umgearbeitet von W. Streckert. gr. 8. Mit Atlas in gr. 4. Berlin. 6⅓ Thlr.

Hefs, ..., das Project des Rostock-Berliner Schifffahrtscanals. gr. 8. Rostock. 1⅓ Thlr.

Hittenkofer, L., Dach-Ausmittlungen. Für Schüler der Architektur u. d. Baugewerks, sowie f. Baugewerkmeister und Zimmerleute. 13 Tafeln und 1 Bogen Text. gr. 4. Leipzig. 1⅓ Thlr.

Derselbe. Architektonische Details zum modernen Façadenbau. In Motiven aus Berlin, Wien, München, Stuttgart. In 5 Lfgn. 1. Lfg. 4. Ebd. 18 Sgr.

Ingenieur-Kalender f. Maschinen- u. Hüttentechniker 1874. Eine gedrängte Sammlung der wichtigsten Tabellen, Formeln u. Resultate aus dem Gebiete der gesammten Technik, nebst Notizbuch. Unter gef. Mitwirkg. mehr. Bezirksvereine d. Vereins deutscher Ingenieure bearb. v. Ingen. P. Stühlen. 9., f. Meter- u. Fufsmaafs bearb. Jahrg. 8. Essen. 1 Thlr. 2½ Sgr.

Jahrbuch üb. die Erfindungen u. Fortschritte auf dem Gebiete der Maschinentechnik u. mechanischen Technologie. Herausg. v. Civil-Ingen. Friedr. Neumann. 1. Jahrg. [1873.] 1. Heft. gr. 8. Halle. 12 Sgr.

Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung. Herausgegeben von N. H. Schilling. 16. Jahrg. 1873. (24. Nov.) Nr. 1. gr. 8. München. Halbjährl. 2⅓ Thlr.

Kalender f. Eisenbahn-Techniker. Bearbeitet unter Mitwirkg. v. Fachgenossen durch E. Heusinger v. Waldegg. 1. Jahrg. 1874. 8. Wiesbaden. 1 Thlr.

Kämmerling, H., der Civilbau. Eine Sammlg. v. Entwürfen zu Privat-Wohngebäuden f. Stadt u. Land. In Grundrissen, Façaden, Profilen u. Details f. Architekten, Maurer- u. Zimmermstr. II. Bd. 1. Lfg. Fol. Berlin. 2 Thlr.

Kerpely, Ant., die Anlage u. Einrichtung der Eisenhütten. Ausführliches prakt. Handbuch f. Hüttentechniker, Hüttenbesitzer u. Ingenieure, sowie f. Studirende der Bergwissenschaften. 1. Lfg. Mit Holzschn. u. 1 Atlas von 17 lith. Taf. in Fol. gr. 8. Leipzig. 4⅓ Thlr.

Kick, F., Führer für die Weltausstellung 1873 in Wien, bearb. für Architekten, Baumeister, Ingenieure etc. 2. Aufl. gr. 16. Prag. ⅔ Thlr.

Kimbel, Mart., der decorative Ausbau dargestellt u. gezeichnet zur Benutzung f. Malerei, Holz u. Steinhauerei, Decoration, Bau und Kunsttischlerei, Schmiedekunst etc. 1.—6. Lfg. Fol. (à 3 Photolith.) Breslau. à 1⅓ Thlr.

Klose, H., der Portland-Cement u. seine Fabrikation. Für Bautechniker, Fabrikanten etc. gr. 8. Wiesbaden. 16 Sgr.

Kosak, Geo., Katechismus der Einrichtung u. d. Betriebes der Locomotive f. Locomotivführer, Bahnbeamte etc., sowie zur populären Belehrg. f. Gebildete jeden Standes. 3. Aufl. 8. Wien. 27 Sgr.

Kugler, Frz., Geschichte der Baukunst. Mit Illustr. (in eingedr. Holzschn.) 5. Bd. 4. Abth. gr. 8. Stuttgart. 3 Thlr.
(I.—V., 4.: 27 Thlr. 26 Sgr.)

Kutscher, E., die neue Aufbereitungs-Anstalt in Clausthal. Mit e. Atlas von 10 Taf. in Fol. Text in gr. 4. mit 4 Kupfertaf. Berlin. 3⅓ Thlr.

Langer, J., Theorie der combinirten Brückensysteme und Dachstühle. 3. Aufl. 1. Liefg. gr. 8. Prag. 1 Thlr.

Laspeyres, Paul, die Bauwerke der Renaissance in Umbrien. Mit erläut. Texte umfass. die Beschreibg. d. umbr. Baudenkmale aller Kunstepochen u. die Darstellung ihrer baugeschichtl. Entwickelung. 1. Abth. Mit 10 Kpfrtaf. u. 74 (eingedr.) Holzschn. Fol. Berlin. 10 Thlr.

Latham, B., Sanitary Engineering: a Guide to the Construction of Works of Sewage and House Drainage; with Tables for Facilitating the Calculations of the Engineer. 8. London. 30 sh.

Leitfaden des Eisenbahnwesens mit besonderer Rücksicht auf den Dienst der Feld-Eisenbahn-Abtheilungen. gr. 8. Mit Atlas in Fol. Wien. 2⅔ Thlr.

Digitized by Google

Lentz, H., Von der Fluth und Ebbe des Meeres. gr. 8. Hamburg. 5 Thlr.

Leuschner, Gust., Berechnung v. Bahnhof-Geleisen nebst den f. diese Berechnung erforderl. Lehrsätzen u. Formeln der Algebra, Geometrie, Gonimetrie und Trigonometrie. Mit 13 Taf. u. 2 Arbeitsplänen. gr. 8. Wien. 4 Thlr.

Loebe, M., die herzogliche Schloſskirche zu Altenburg. gr. 4. Altenburg. 3 Thlr.

Loeff, Paul, Entwürfe zum Bau v. Kalk-, Cement-, Gyps- u. Ziegelbrennereien, in vollständig ausgeführten Zeichngn. nebst gründl. Anleitg. zum Betriebe derart. Anlagen, in e. Atlas v. 30 Fol.-Taf. in Farbendr. nebst Handbuch. Zum Gebrauch f. techn. Behörden, Baumeister, Bauhandwerker etc. Nach pract. Erfahrgn. entworfen, gezeichnet u. beschrieben. 2. stark verm. u. verb. Aufl. gr. 8. Leipzig. 8⅔ Thlr.

Loewe, F., alte und neue Versuche über Reibung u. Cohäsion von Erdarten. gr. 8. München. ⅔ Thlr.

Loignon, S., Ponts biais. Tracé des épures, coupe de pierres, et détails sur la construction des différents systèmes d'appareils de voûtes biaises, mis à la portée de tous les agents de travaux et appareilleurs. In-8°, avec atlas in 4°, de 14 planches. Paris. 10 fr.

Loyau, A., Album des charpentes en bois, renfermant différents types de planchers, pans de bois, combles, échafaudages, ponts provisoires, etc. In-4°, contenant 120 pl. Paris. 25 fr.

Lucae, R. Warum wir Schinkel feiern. Festrede, geh. bei der Schinkel-Feier am 13. März 1873. gr. 8. Berlin. ⅓ Thlr.

Mahan, D. H., a Treatise on Civil Engineering. Revised and edited with additions and new plates, by De Volson Wood. 8. New-York. 5 Doll.

Mahler, L., die moderne Sprengtechnik dargestellt durch Bohrmaschinen, Luftcompressoren, Dynamit und verschiedene Zündungen für die Gesteingewinnung im Steinbruche, dem Berg- u. Eisenbahnbaue etc. gr. 8. Wien. 8 Sgr.

Mauch, J. M. v., die architektonischen Ordnungen der Griechen und Römer. 6. Aufl. LXII Tafeln, mit Text von L. Lohde. Hoch 4. Berlin. 4⅚ Thlr.

Desgleichen. Nachtrag. XL Tafeln. Berlin. 2⅔ Thlr.

Menzel, C. A. u. J. Promnitz, die Gründung der Gebäude. gr. 8. Halle. 2 Thlr.

Mittheilungen des Architekten- u. Ingenieur-Vereins in Böhmen. 4. Prag. Jährlich 2 Thlr.

Möller, Gust., Die neue Bauanlage der königl. Porzellan-Manufactur zu Berlin. Mit 7 Kpfrtaf. Fol. Berlin. 3½ Thlr.

Monckton, James H., National Builder. A complete Work on Constructive Carpentry. Showing the simplest methods of finding all joints and geometrical forms, including splayed work, groined ceilings, roofing, domes, niches, raking, and level mouldings etc. With 80 plates. New-York. 12 Doll.

Moniteur des architectes, revue de l'art ancien et moderne. Année 1873. Paris. 27 frcs.

Mont Cenis Tunnel, the: its Construction and Probable Consequences. Post-8°, 90 p. London. 5 sh.

Mothes, O., Illustrirtes Baulexikon. Praktisches Hilfs- u. Nachschlagebuch im Gebiete d. Hoch- u. Flachbaues, Land- u. Wasserbaues, Mühlen- u. Bergbaues. 3. Aufl. 10. bis 12. Heft. Lex.-8. Leipzig. à ⅙ Thlr.

Muspratt's theoretische, praktische und analytische Chemie in Anwendung auf Künste u. Gewerbe. Frei bearb. von B. Kerl und F. Stohmann. 3. Aufl. 1. Bd. 4., 5. u. 6. Lfg. Hoch-4. Braunschweig. à 12 Sgr.

Niefs, Alfr., architektonische Entwürfe aus dem Atelier d. Prof. Herm. Nicolai in Dresden. 8. Liefg. Imp.-Fol. Berlin. 2 Thlr.
(1.—8.: 16⅓ Thlr.)

Niese, H., das combinirte Pavillon- und Barackensystem beim Bau von Krankenhäusern in Dörfern, kleinen und grofsen Städten. gr. 8. Altona. ⅔ Thlr.

Oppermann, C. A., Traité complet des Chemins de fer économiques. In-8°, avec atlas. Paris. 35 fr.

— — Nouvelles Annales de la Construction. In-4°. Paris.

— — Portefeuille économique des Machines. 1873. In-4°. Paris. par an. 18 fr.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens in technischer Beziehung. Red. Heusinger v. Waldegg. Jährlich 6 Hefte. gr. 4. 6 Thlr.

Paulus, R., Bau und Ausrüstung der Eisenbahnen. 2. Aufl. gr. 8. Stuttgart. 2 Thlr.

Peters, H., Hilfstafeln zu Preisberechnungen für Zimmerarbeiten auf Grundlage der durchschnittlichen Leistung der Arbeiter nach dem Metermaafs und der Reichsmünze. 4. Rostock. 1 Thlr.

Pinzger, L., die geometrische Construction v. Weichen-Anlagen f. Eisenbahn-Geleise m. zahlreichen Tabellen u. Rechnungsbeispielen f. den prakt. Gebrauch. Mit 12 lith. Taf. gr. 8. Aachen. 2½ Thlr.

Plemp, M. E. C., Bouwkundig album. 2e serie. Verzameling van kleine ontworpen, voor architekten, timmerlieden, aannemers, opzichters, aankomende bouwkundigen, enz. 1e afl. 24 bl. tekst en 5 gelith. platen. Groningen. 1 fl. 50.

Plefsner, F., Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen nebst Preis-Ermittelungen zur Feststellung der Baukosten. 3. Aufl. 1. Hälfte. gr. 8. Berlin. pro complet 2 Thlr.

Pollitzer, Mor., die Bahnerhaltung. Theoretische u. prakt. Anleitg. zum Eisenbahn-Erhaltungsdienste. 1. Thl. Das Oberbaumaterial. Die Herstellg. u. Erhaltg. d. Oberbaues. Mit Holzschn., 4 lith. Taf. u. vielen Tabellen. gr. 8. Brünn. 4 Thlr.

Rankine, W. J., a Manual of the Steam Engine and other Prime Movers. 6. edit. revised. Post-8°, 582 p. cloth. London. 12 sh. 6 d.

Reed's Engineer's Handbook to the Local Marine Board Examinations. By W. H. Thorn. 3. edit. enlarged and improved. 12°. London. 3 sh. 6 d.

Reinigung und Entwässerung Berlins. Generalbericht erstattet von Virchow. gr. 8. Berlin. 1⅔ Thlr.

Desgleichen. Einleitende Verhandlgn. u. Berichte über mehrere auf Veranlassg. d. Magistrats der königl. Haupt- u. Residenzstadt Berlin angestellte Versuche u. Untersuchgn. 10. u. 11. Heft. gr. 8. Berlin. 2 Thlr.
(1.—11. u. Anh. 1. u. 2.: 10 Thlr. 28 Sgr.)

Reisestudien, architektonische, vom Bodensee und der Schweiz. Aufgenommen, autographirt u. herausgeg. unter Leitg. v. Rob. Reinhardt u. Th. Seubert v. Studirenden d.

Digitized by Google

Architekturfachschule am k. Polytechnikum zu Stuttgart. gr. Fol. geb. Stuttgart. 7 Thlr.

Renaissance, deutsche. 1. Abth. Nürnberg, herausgeg. von O. Ortwein. gr. Fol. Leipzig. 24 Sgr.

Repertorium der Bau-Polizei-Gesetzgebung im Preuſs. Staate. Bearbeitet von Dr. Kletke. gr. 8.

Reuleaux, C., der Hoffmann'sche Ringofen. gr. 8. Berlin. ½ Thlr.

Revue générale de l'architecture et des travaux publics. Red. par Daly. gr. 4. Année 1873. Paris. 15 Sgr.

Rittinger, Ritter v., zweiter Nachtrag zum Lehrbuche der Aufbereitungskunde, oder systemat. Zusammenstellung der neuesten Fortschritte in der Aufbereitung. Mit e. Atlas v. 8 Taf. in Fol. Lex. 8. Berlin. 3½ Thlr.

Rogers, Fred., Specifications for Practical Architecture. Being a Guide to the Architect, Engineer, Surveyor, and Builder. With an Essay on the structure and Science of Modern Buildings, upon the Basis of the Work by Alfred Bartholomew. Thouroughly revised and greatly added to. 8. London. 15 sh.

Romberg's Zeitschrift f. praktische Baukunst. Jahrgang 1873. gr. 4. Jährlich 4 Thlr.

Römer, Ed., Erweiterungs- u. Umbauten der königl. niederschlesisch-märkischen Eisenbahn. Mit 25 Taf. Fol. Berlin. 6⅔ Thlr.

Röntgen, Rob., die Grundlehren d. mechanischen Wärmetheorie nebst e. Beschreibung der wichtigeren Heifsluft-, Gas- u. Dampfmaschinen u. Anwendg. jener Lehren zur Berechnung der Leistungsfähigkeit dieser Maschinen. Für Ingenieure, Maschinenbauer u. Industrielle, sowie f. die Zöglinge höherer gewerbl. od. techn. Anstalten gemeinfaſslich bearb. 2. Thl. Theorie der Dämpfe u. ihre Anwendg. auf die Berechnung der Condensatoren d. Giffard'schen Injectors u. d. Dampfmaschinen. Nebst e. Anh. z. 1. Thl. Mit 43 eingedr. Holzschn. Lex. 8. Jena. 3 Thlr. 14 Sgr. (1. 2.: 5 Thlr. 26 Sgr.)

Roper, S., a Catechism of High-Pressure and Non-Condensing Steam Engines, including the Modelling, Constructing, and Management of Steam Engines and Steam Boilers. Illustr. 18°, Roan leather. New-York. 1 Doll. 75 c.

Rottock, ..., über die Ventilation in Schulen. (Progr. d. Gymnas. in Rendsburg.) 4.

Sammlung v. Ingenieurbauten im Königreich Sachsen, zusammengestellt v. den Studirenden der Ingenieurschule am königl. Polytechnikum zu Dresden. 1. Liefg. qu. Fol. Dresden. 27½ Sgr.

Schinkel, C. F., Sammlung architektonischer Entwürfe. Auswahl in 80 Tafeln. gr. Fol. geb. Berlin. 26⅔ Thlr.

Schlotter, H., über rationelle Benutzung der Wasserkräfte vermittelst eines neuen Apparates zur Transmission derselben. gr. 8. Gera. 12 Sgr.

Schmitt, Ed., Vorträge üb. Bahnhöfe u. Hochbauten auf Locomotiv-Eisenbahnen. 1. Thl. Die Anlage der Bahnhöfe. 2. Lfg. Mit 129 Holzsch. u. 5 lith. Taf. hoch 4. Leipzig. 3 Thlr. (1. Bd. compl.: 6 Thlr.)

Schmitz, Frz., der Dom zu Cöln, seine Construction und Ausstattung. Historischer Text v. Dr. L. Ennen. 17. u. 18. Lfg. Imp.-Fol. Cöln u. Neufs. à 2 Thlr.

Scholl, E. F., Führer d. Maschinisten. Ein Hand- u. Hilfsbuch f. Heizer, Dampfmaschinenwärter, angeh. Mechaniker etc. 8. verb. u. verm., unter Mitwirkung von Prof. F. Reuleaux herausg. Aufl. 8. Braunschweig. 2½ Thlr.

Scholtz, Ad., der Eisenbahn-Güter-Expeditionsdienst, an den Verhältnissen der Bergisch-Märkischen Eisenbahn erläutert. Leitfaden, Hilfsmittel u. Orientirungs-Material f. alle bei der Eisenbahn-Verwaltg. Interessirten u. Betheiligten. 2. bericht., veränd. u. erweit. Aufl. gr. 8. Elberfeld. 2 Thlr.

Schultz, J. C., Danzig und seine Bauwerke. LIV Tafeln Radirungen in Kupfer in grofs Folio mit Text in 4. geb. Berlin. 36⅔ Thlr.

Schüz, Ludw., neue allgemeine Bauordnung f. das Königr. Württemberg nebst den Vollziehungsvorschriften und den weiteren auf die Baupolizei sich bezieh. Gesetzen, Verordnungen etc. Handausg. m. Erläutergn. 2. durchgesehene Aufl. gr. 8. Stuttgart. 1⅓ Thlr.

Schwarz-Flemming, die Kessel-Abtheilung auf Dampfschiffen. Umschau in den Kesselräumen der Handelsflotte u. der Kriegsmarine. Mit 324 Abbildgn. auf 47 Tafeln. 2 Thle. gr. 8. Berlin. 10⅔ Thlr.

Schwatlo, die Baupreise. Ein Handbuch f. Baumeister, Gewerksmeister, Bauunternehmer u. Bauherrn. Ausg. f. das Jahr 1873—1874. Eine Ergänz zu dem Handbuch zur Beurtheilg. u. Anfertigung v. Bauanschlägen. gr. 8. Halle. 24 Sgr.

Sharpe, E., Mouldings of the Six Periods of British Architecture, from the Conquest to the Reformation. Vol. 2. 4. London. 21 sh.

Shreve, S. H., a Treatise on the Strength of Bridges and Roofs. Comprising the Determination of Algebraic Formulas for Strains in Horizontal, Inclined, or Rafter, Triangular, Bowstring, Lenticular, and other Trusses, from fixed and moving Loads, with practical Applications and Examples for the Use of Students and Engineers. With 87 woodcuts. Illustr. 8. New-York. 5 D.

Sorge, C. Th., die Secundairbahnen in ihrer Bedeutung u. Anwendung f. das Königr. Sachsen. Als Mscr. gedr. gr. 4. Dresden. 12 Sgr.

Spon's Architects' and Builders' Pocket-Book of Useful Memoranda and Prices. 1873. Edited by W. Young. London. 3 sh. 6 d.

Spon's Dictionary of Engineering. Division 7. Royal-8°. London. 13 sh. 6 d.

Stadler, Rud., die Wasserversorgung der Stadt Wien in ihrer Vergangenheit u. Gegenwart. Denkschrift zur Eröffnung der Hochquellen-Wasserleitg. im J. 1873 nach amtl. Quellen bearb. Mit Kupfern u. Holzschnitten. Lex. 8. Wien. 2 Thlr.

Statistische Nachrichten von den Preufsischen Eisenbahnen. Bearbeitet auf Anordnung Sr. Exc. des Herrn Ministers für Handel, Gewerbe u. öffentl. Arbeiten vom technischen Eisenbahn-Büreau. Band XIX. gr. 4. Mit Kupferbeilagen. Berlin. 3 Thlr.

Stoll, Chr., das Hoch-, Strafsen-, Eisenbahn-, Brücken- u. Wasser-Bauwesen in technischer, administrativer u. civilrechtlicher Beziehung, dann die bau-, strafsen-, brücken-

Digitized by Google

u. wasserpolizeil. Bestimmgn. u. Vollzugs-Vorschriften etc. 2. Fortsetzungs-Bd. gr. 8. München. 2 Thlr.
(compl. 5 Thlr. 26 Sgr.)

Studien, architektonische. Herausgegeben vom Architekten-Verein am königl. Polytechnikum in Stuttgart. 3. Jahrg. 6. Heft. Fol. Stuttgart. 24 Sgr.

Thiersch, A., optische Täuschungen auf dem Gebiete der Architektur. gr. 4. Berlin. 1 Thlr.

Tietz, E., Decorationen zu Treppen und Treppenhäusern. gr. Fol. Glogau. 1 Thlr.

Derselbe. Entwürfe zu ausgeführten öffentlichen und Privatgebäuden. 12. Heft. gr. Fol. Berlin. $3\frac{1}{3}$ Thlr.

Tresling, S. Str., Het bouwen van arbeiderswoningen. Verhandeling met goud bekroond door en uitgegeven van wege de Nederlandsche maatschappij ter bevordering van nijverheid. Gr. 8. 320 bl. met atlas in gr. fol., bevattende 27 gelith. platen. Haarlem. 11 fl. 25 c.

Tunnelbahn, Wiener. Fol. Mit 17 lith. Karten in 4. u. Fol. Wien. $2\frac{2}{3}$ Thlr.

Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné du mobilier français, de l'époque carlovingienne à la Renaissance, 4e vol. 2e fasc. In-8°. p. 161—320. Paris. 1 fr. 50 c.

Vogt, A., über Städte-Reinigung (Canalisation — Abfuhr) und ein neues System ventilirter Latrinenfässer nebst einem neuen Ventilationshut. gr. 8. Bern. $\frac{2}{3}$ Thlr.

Wanderley, G., Handbuch der Bau-Constructionslehre. gr. 8. geb. Halle. $4\frac{2}{3}$ Thlr.

Werner, C., die Tacheometrie u. deren Anwendung bei Tracestudien. Mit 9 lith. Taf. gr. 8. Wien. $1\frac{2}{3}$ Thlr.

Westendarp, die Bestimmung der Wandstärken gufseiserner Rohre, sowie Vorschläge für Annahme einer Normalmuffe und einer Normalflantsche. gr. 4. Hannover. $\frac{1}{6}$ Thlr.

Weyrauch, Jac. J., allgemeine Theorie u. Berechnung der continuirlichen und einfachen Träger. Für den akadem. Unterricht u. zum Gebrauch der Ingenieure. Mit 56 Holzschn. im Text u. 4 lith. Taf. gr. 8. Leipzig. 1 Thlr. 22 Sgr.

Wiebe, F. K. H., Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer. Eine Sammlung ausgeführter Maschinen, Fabrikanlagen, Feuerungen, eiserner Bauconstructionen, sowie anderer Gegenstände aus dem Gesammtgebiete des Ingenieurwesens. In Heften von 6 Blatt mit Text. Kl. Folio. Berlin. Heft 85—90. à 1 Thlr.
(Jährlich erscheinen 6 Hefte.)

Winckel, L., Handbuch zum Abstecken v. Curven. Mit Holzsch. 16. cart. Berlin. $\frac{3}{4}$ Thlr.

Winkler, E., Vorträge über Eisenbahnbau. 5. Heft. Unterbau. 2. Aufl. 1. Lfg. gr. 8. Prag. 1 Thlr. 2 Sgr.

Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover. Red. von Launhardt. 19. Bd. Jahrg. 1873. (4 Hefte.) Imp. 4. Hannover. $6\frac{2}{3}$ Thlr.

— — des Vereins deutscher Ingenieure, red. von Ziebarth. gr. 4. Jahrg. 1873. $7\frac{1}{2}$ Thlr.

— — des bayerischen Architekten- und Ingenieur-Vereins. 5. Bd. 1873. Fol. München. 3 Thlr. 12 Sgr.

— — für das Berg-, Hütten- u. Salinen-Wesen in dem preufsischen Staate herausg. in dem Ministerium f. Handel, Gewerbe u. öffentl. Arbeiten. 21. Bd. 6 Lfgn. gr. 4. Mit Atlas in Fol. Berlin. $4\frac{1}{2}$ Thlr.

Ziebarth, R., Gewichtstabellen f. Walzeisen. Zum Gebrauch f. Eisen-Producenten u. Consumenten auf Grund der metr. Dimensions-Scala d. zollvereinsländ. Eisenhüttenvereines berechnet. 8. Berlin. 1 Thlr.

Halle, Buchdruckerei des Waisenhauses.

Digitized by Google

JAHRGANG XXIV. 1874. HEFT III BIS VI.

Amtliche Bekanntmachungen.

Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 12. August 1873, die Behandlung der Projecte zur Anlage oder Umgestaltung von Bahnhöfen betreffend, mit den „Normen für die Aufstellung von Bahnhofsprojecten".

Bei den neuerdings zahlreich vorgelegten Projecten zur Anlage oder Umgestaltung von Bahnhöfen haben verschiedene Punkte wiederholt zu Revisions-Bemerkungen Anlafs gegeben, durch welche eine Feststellung der Projecte verzögert resp. eine Umarbeitung derselben bedingt worden ist. Um dies für die Zukunft thunlichst zu vermeiden, lasse ich der Königlichen Direction anbei eine Zusammenstellung der am häufigsten unbeachtet gebliebenen Vorschriften und Normen in 3 Exemplaren mit dem Auftrage zugehen, fortan für Befolgung derselben bei Aufstellung der Bahnhofsprojecte Sorge zu tragen, etwaige Abweichungen aber, welche durch besondere Verhältnisse geboten erscheinen, jedesmal eingehend zu motiviren.

Zugleich ist darauf Bedacht zu nehmen, dafs bei den älteren Bahnhöfen diejenigen Anlagen, welche mit jenen Normen nicht im Einklang stehen, im Sinne der letzteren abgeändert werden, so weit es ohne Beeinträchtigung wichtigerer Interessen angänglich erscheint. Vor Allem ist die Lage der Weichen in den Hauptgeleisen mit Rücksicht auf die grofse Wichtigkeit derselben für die Sicherheit des Betriebes danach einer gründlichen Revision zu unterziehen und über die etwa zweckmäfsig erscheinenden Verlegungen zu berichten.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
Im Auftrage.
An sämmtliche Königliche Eisenbahn-Directionen.

Abschrift lasse ich dem (Tit.) — Ew. etc. — nebst Exemplaren der qu. Zusammenstellung mit dem Auftrage zugehen, den zu $\frac{\text{Seinem}}{\text{Ihrem}}$ Verwaltungsbereich gehörigen Eisenbahn-Gesellschaften die Beachtung der darin enthaltenen Normen ebenmäfsig zur Pflicht zu machen, resp. dieselben zur Revision der bestehenden Bahnhofsanlagen danach zu veranlassen.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
Im Auftrage.
gez. Weishaupt.
An sämmtliche Königliche Eisenbahn-Commissariate und Eisenbahn-Commissarien.

Normen für die Aufstellung von Bahnhofsprojecten.

A. Für die formelle Behandlung.

1. **Maafsstab.** Für die Uebersichtspläne der gesammten Bahnhofsanlagen ist der Maafsstab von $^1/_{1000}$ anzuwenden (cf. §. 7 der Bestimmungen für die Aufstellung der technischen Vorarbeiten vom October 1871).

Für ausgedehntere Bahnhofsanlagen mit Rangirstationen etc. empfiehlt sich die Beifügung eines Uebersichtsplanes im Maafsstabe von $^1/_{5000}$.

Wenn für einzelne Theile der Anlagen eine detaillirtere Darstellung angezeigt erscheint, so sind dafür besondere Zeichnungen in gröfserem Maafsstabe ($^1/_{500}$, $^1/_{200}$, $^1/_{100}$) beizufügen.

Ueber den gezeichneten Maafsstäben ist deren Gröfsenverhältnifs in Zahlen anzugeben.

2. **Darstellung der Bahn-Mittellinie.** Die Mittellinie der Bahn ist fein punktirt mit Zinnoberroth einzutragen und darin die Stationirung von 50 zu 50 m anzugeben.

3. **Darstellung der Geleise.** Jedes Geleis ist durch eine einfache Linie darzustellen. Die Hauptgeleise sind durch eine gröfsere Stärke der Linien auszuzeichnen.

Bei complicirteren Geleisplänen ist zur leichteren Uebersicht der Raum zwischen den beiden zu einer und derselben Bahnlinie gehörigen Hauptgeleisen mit einem matten Farbenton anzulegen. Bei Durchführung gesonderter Hauptgeleise für verschiedene Bahnlinien sind hierzu verschiedene Farbentöne anzuwenden.

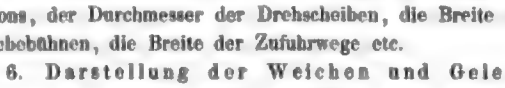
Bestehende Geleise sind durch blaue Linien, projectirte Geleise durch zinnoberrothe Linien darzustellen. Dabei sind diejenigen Geleise, deren Herstellung erst bei einer etwaigen späteren Erweiterung der Anlagen stattfinden soll, durch roth punktirte Linien von denjenigen zu unterscheiden, deren sofortige Ausführung beabsichtigt wird.

4. **Numerirung der Geleise.** Sämmtliche Geleise eines Bahnhofs sind durchlaufend zu numeriren. Die Numerirung beginnt bei den Hauptgeleisen, wobei das im Betriebe als „erstes Hauptgeleis" zu bezeichnende Geleis auch auf dem Plane die Nummer 1 erhält. Im Uebrigen ist so viel als möglich eine ununterbrochene Reihenfolge der Zahlen festzuhalten.

Die Nummern der bestehenden Geleise sind blau, die der projectirten roth einzuschreiben.

5. **Einschreiben der Hauptmaafse.** Ferner sind in die Bahnhofspläne die Hauptmaafse einzuschreiben, namentlich die Entfernungen der Geleismitten von einander und von den Vorderkanten der Perrons, die Länge und Breite der Perrons, der Durchmesser der Drehscheiben, die Breite der Schiebebühnen, die Breite der Zufuhrwege etc.

6. **Darstellung der Weichen und Geleiskreuzungen.** a) Die einfachen Weichen sind in hier skizzirter Weise darzustellen. Das spitzwinklige Dreieck,



welches bei bestehenden Geleisen blau, bei projectirten roth anzulegen ist, bezeichnet mit seiner Spitze die Lage desjenigen Punktes, in dem sich die geraden Verlängerungen der beiden convergirenden Geleis-Mittellinien schneiden. Die Basis soll durch die nächsten Schienenstöfse hinter dem Herzstück gelegt sein. Die Lage der nächsten Schienenstöfse vor den Zungenspitzen ist durch eine kleine Querlinie zu marki-

Digitized by Google

ren und daneben die Stellung des Weichenbockes anzudeuten. In den stumpfen Winkel des Liniensystems ist der Radius der Weichencurve in Metern, in den spitzen Winkel das Herzstückverhältnifs, nach der Tangente des Kreuzungswinkels gemessen, einzuschreiben.

b) Bei der einfachen Geleiskreuzung sind analog 2 Dreiecke zu zeichnen, die einander mit der Spitze berüh-

ren. In beide sind die Herzstückverhältnisse einzuschreiben.

c) Tritt zu einer solchen Geleiskreuzung eine einfache englische Weiche hinzu, so ist die Seite, auf welcher dieselbe liegen soll, durch eine gerade Verbindungslinie zwi-

schen den entgegengesetzt gerichteten Zungenspitzen auszuzeichnen und der Radius der Weichencurve dabei anzugeben.

d) Bei doppelten englischen Weichen ist auf

jeder Seite eine solche Linie mit beigeschriebenem Radius erforderlich.

7. Numerirung der Weichen. Sämmtliche Weichen sind von einem Bahnhofsende zum andern fortlaufend zu numeriren. Die Nummer ist jedesmal neben das Zeichen für den Weichenbock zu setzen.

8. Darstellung der sonstigen Anlagen. Die etwa schon bestehenden Gebäude, Perrons, Drehscheiben, Schiebebühnen, Wasserkrahne, Löschgruben etc. sind in schwarzen Linien, die für sofortige Ausführung projectirten derartigen Neuanlagen in rothen Linien, die für später in Aussicht genommenen in roth punktirten Linien darzustellen.

9. Erleichterung der Orientirung. Behufs Erleichterung der Orientirung ist auf jedem Bahnhofsplane

a) die Nordlinie anzugeben,

b) an jedem Ende der Bahn-Mittellinie der Name derjenigen Hauptstation zuzusetzen, nach welcher die Bahnrichtung bezeichnet zu werden pflegt,

c) in alle bestehenden und projectirten Wege einzuschreiben, wohin dieselben führen und ob es Chausseen, Communalwege oder Feldwege sind.

10. Darstellung der Krümmungs-Verhältnisse. Sofern die Bahn-Mittellinie auf dem Bahnhof selbst oder auf den nächsten Anschlufsstrecken theilweise in Curven liegt, sind die Tangentenpunkte der letzteren durch Einpunktiren des Radius zu markiren und die Gröfse des Radius einzuschreiben.

11. Darstellung der Steigungs-Verhältnisse. Auch für den Fall, dafs ein besonderes Längenprofil des Bahnhofes und der nächsten Anschlufsstrecken dem Projecte beigefügt ist, sind die Brechpunkte des Planums auf dem Bahnhofsplane durch darüber gezeichnete Neigungszeiger kenntlich zu machen und daran die Neigungsverhältnisse für beide Richtungen anzugeben.

Wenn ein Brechpunkt auf der dargestellten Bahnstrecke selbst nicht vorkommt, so ist zu beiden Seiten die Lage des nächsten Brechpunktes durch einen Neigungszeiger anzudeuten und diesem aufser den Neigungsverhältnissen die Stationsnummer beizuschreiben.

12. Vermerk über die landespolizeiliche Prüfung. Neubauprojecte und solche Erweiterungsprojecte, bei denen Wege- oder Vorfluth-Anlagen berührt werden, resp. in Betracht kommen, sind vor der Uebersendung an das Handelsministerium landespolizeilich zu prüfen und von der Landes-Polizeibehörde mit einem bezüglichen Vermerk zu versehen.

B. Für die sachliche Behandlung.

1. Anzahl und Bestimmung der Geleise. Die Anzahl und Bestimmung der Geleise ist in dem Erläuterungsbericht aus den speciellen Betriebsverhältnissen eingehend zu motiviren.

2. Entfernung zwischen den Geleisen. Die Entfernung zwischen den Mittellinien je zweier Parallelgeleise darf nicht unter $4{,}_5$ m betragen (cf. §. 61 der technischen Vereinbarungen vom Juni 1871).

Für die Anlage eines Zwischenperrons ist der Abstand der Hauptgeleise von einander auf mindestens 6 m zu erweitern. Diese Erweiterung ist auch dann anzunehmen, wenn der Zwischenperron vorläufig noch nicht zur Ausführung kommen soll.

3. Richtung der Weichen in den Hauptgeleisen. Die Weichen in den Hauptgeleisen sind thunlichst so zu legen, dafs rechts fahrende Züge dieselben nicht gegen die Zungenspitzen zu befahren haben. Abgesehen von den Einfahrtsweichen bei eingeleisiger Bahn, deren an jedem Bahnhofsende eine erforderlich ist, mufs für jede in den Hauptgeleisen liegende Weiche, welche der bezeichneten Bedingung nicht entspricht, in dem Erläuterungsbericht der Nachweis geführt werden, dafs dieselbe für einen rationellen Betrieb nicht zu entbehren ist. In den meisten Fällen wird sich jedoch ohne solche Weichen mit Hilfe von Geleiskreuzungen und einfachen englischen Weichen die nöthige Verbindung der Geleise erreichen lassen (cf. Deutsche Bauzeitung 1873, Seite 115).

4. Lage der Weichen in den Hauptgeleisen in Bezug auf die Krümmungsverhältnisse der Bahn. Da die beim Durchfahren von Curven entwickelte Centrifugalkraft ihre Wirkung erfahrungsgemäfs noch auf einen Theil der geraden Strecke hinter der Curve äufsert, so ist eine Weiche, welche ein aus der Curve kommender Zug in dem Hauptgeleise gegen die Spitze zu befahren hat, um so weiter von dem Curvenende abzurücken, je kleiner der Krümmungsradius der Curve ist. Als Minimum dieser Entfernung ist 10 m anzusehen.

5. Lage der Weichen in den Hauptgeleisen in Bezug auf die Steigungsverhältnisse der Bahn. Mit Rücksicht auf die Ausrundung der Gefällwechsel, für welche ein Radius von 10000 m zu empfehlen ist, müssen die Zungenspitzen der Weichen in den Hauptgeleisen von dem Brechpunkt des Planums mindestens so weit abgerückt werden, dafs zwischen dem Ende der Ausrundung und den

Digitized by Google

Zungenspitzen ein Abstand von 10 m verbleibt. Dies ist schon bei der generellen Festsetzung der Länge für die Bahnhofs-Horizontale zu beachten.

Das Einlegen einer Weiche in eine Steigung von mehr als $0{,}0025$ (1 : 400, cf. §. 52 der technischen Vereinbarungen) ist nur dann zulässig, wenn dieselbe nur von den ansteigenden Zügen gegen die Spitze befahren wird.

6. Entfernung der Einfahrtsweichen von Niveau-Uebergängen. Von Niveau-Uebergängen an den Enden eines Bahnhofs müssen die Einfahrtsweichen thunlichst weit zurückgezogen werden. Mindestens muſs, um eine Sperrung des Uebergangs schon beim Uebersetzen eines einzelnen Wagens aus einem Hauptgeleise in das andere zu vermeiden, die Entfernung zwischen den Zungenspitzen und dem Uebergang 20 m betragen.

7. Entfernung zwischen den Zungenspitzen zweier benachbarten Weichen. Wenn von einem Geleise zwei Weichen in entgegengesetzter Längenrichtung, aber nach derselben Seite hin abzweigen, so dürfen die Zungenspitzen derselben einander nicht näher liegen, als 6 m, damit nicht beim Uebergange eines 6rädrigen Fahrzeugs von langem Radstand aus der einen Weichencurve in die andere ein Klemmen der Spurkränze eintritt.

8. Krümmungsverhältnisse der Weichencurven und Bahnhofsgeleise. Der Radius der von durchgehenden Zügen befahrenen Weichencurven soll in der Regel nicht kleiner sein, als 300 m. Der kleinste zulässige Radius für Nebenweichen und Bahnhofsgeleise beträgt 180 m.

Zwischen den beiden Gegenkrümmungen eines Verbindungsgeleises soll eine gerade Linie von mindestens 6 m liegen (cf. §. 63 der technischen Vereinbarungen).

9. Herzstückverhältnisse für Geleiskreuzungen, bezw. englische Weichen. Für einfache Geleiskreuzungen ist ein möglichst grofser Kreuzungswinkel zu wählen. Als geringstes zulässiges Herzstückverhältnifs für Geleiskreuzungen bezw. englische Weichen ist 1 : 10 anzusehen (cf. §. 66 der technischen Vereinbarungen).

10. Herstellung von Ausziehgeleisen. Die Hauptgeleise dürfen nicht als Ausziehgeleise benutzt werden, vielmehr sind für das Rangiren besondere Ausziehgeleise von genügender Länge anzulegen.

11. Einführung von Zweigbahnen. Bei Stationen, auf denen sich eine Zweigbahn an die Hauptbahn anschliefst, müssen, wenn irgend thunlich, die Hauptgeleise beider Bahnen bis vor den Perron gesondert durchgeführt werden, damit ein gleichzeitiges Einlaufen zweier Züge von beiden zusammentreffenden Bahnlinien her zulässig ist.

12. Kreuzung zweier durchgehenden Bahnlinien. Die Kreuzung der Hauptgeleise zweier durchgehenden Bahnlinien muſs, wenn irgend möglich, nicht als Niveaukreuzung innerhalb des Bahnhofs, sondern auf der freien Strecke mittelst Ueberführung der einen Bahn über die andere ausgeführt werden. Für jede Route sind auf dem Bahnhof zwei Hauptgeleise durchzuführen.

13. Dimensionen der Perrons. Die nutzbare Breite des Hauptperrons vom Empfangsgebäude bis zu den vorspringenden Wagentritten, also bis rot. $1{,}5$ m von der nächsten Geleismitte gerechnet, ist bei Neubauprojecten auf Zwischenstationen nicht unter $7{,}5$ m, für Hauptstationen entsprechend gröfser anzunehmen (cf. §. 74 der technischen Vereinbarungen). Zur Beurtheilung der erforderlichen Länge der Perrons ist im Erläuterungsbericht zu erörtern, welche gröfste Länge für gemischte Züge mit Rücksicht auf die Steigungs- und Betriebsverhältnisse der Bahn anzunehmen ist.

14. Verschiebung des Zwischenperrons gegen den Hauptperron. Haupt- und Zwischenperron sind, falls nicht besondere Gründe dagegen sprechen und nicht eine unterirdische Verbindung gewählt ist, in der Längenrichtung so gegen einander zu verschieben, dafs zwei sich kreuzende Personenzüge, welche gleichzeitig an den Perrons halten, einander möglichst wenig decken, und zwar dergestalt, dafs die Passagiere, welche das eine Hauptgeleis überschreiten müssen, dasselbe nicht vor, sondern hinter dem darauf stehenden Zuge passiren.

15. Anlage mehrerer Zwischenperrons. Bei denjenigen Anschluſs- bezw. Kreuzungsstationen, bei denen die wünschenswerthe Anordnung des Empfangsgebäudes auf einem Inselperron (cf. Zeitschrift für Bauwesen 1873, S. 229) aus localen Rücksichten nicht anwendbar erscheint, ist die Anlage mehrerer Zwischenperrons thunlichst dadurch zu umgehen, dafs ein Theil der Hauptgeleise als Kopfgeleise ausgeführt und mittelst Zungenperrons zugänglich gemacht wird. Sofern dies nicht angeht, muſs, um das Ueberschreiten mehrerer Geleise seitens der Passagiere unnöthig zu machen, für eine unterirdische Verbindung der Perrons mit einander, bezw. mit dem Empfangsgebäude gesorgt werden. Zwischen welchen Geleisen hierbei die Perrons am zweckmäfsigsten anzulegen sind, ist in dem Erläuterungsbericht auf Grund der speciellen Betriebsverhältnisse jedesmal eingehend zu erörtern.

16. Säulen auf den Perrons. Die Aufstellung von Säulen auf den Perrons ist wegen der dadurch eintretenden Beschränkung der freien Passage thunlichst zu vermeiden. Event. muſs der lichte Abstand der Säulen von der Mitte des nächsten Geleises mindestens 3 m betragen (cf. §. 74 der technischen Vereinbarungen).

17. Anlage von Trinkbrunnen. In der Nähe der Perrons ist für das reisende Publikum ein leicht zugänglicher und in die Augen fallender, oder durch Wegweiser bemerklich zu machender Trinkbrunnen anzulegen (cf. §. 78 der technischen Vereinbarungen und Circular-Erlafs vom 11. Juni 1873, II. 10032).

18. Erhaltung der freien Aussicht vom Perron aus. Die Stellung derjenigen Gebäude, welche auf der Seite des Empfangsgebäudes zu errichten sind, ist so zu wählen, dafs dadurch die freie Aussicht vom Perron aus über die Geleise des Bahnhofs und der anschliefsenden Bahnstrecken möglichst wenig behindert wird.

19. Wasserkrahne und Reinigungsgruben. Bei Stationen, auf denen die Maschinen Wasser einnehmen, sind freistehende Wasserkrahne zwischen den beiden Hauptgeleisen aufzustellen und in letztere Senkgruben einzulegen, welche das Reinigen der Locomotiv-Roste während des Wassernehmens gestatten (cf. §§. 89 und 90 der technischen Vereinbarungen). Die Krahne sind so weit nach den Bahnhofsenden hinauszurücken, dafs die Reinigungsgruben nicht vor den Perrons zu liegen kommen. Andererseits darf durch die Stellung der Wasser nehmenden Maschinen das Durchfahren von Weichenverbindungen nicht behindert werden.

20. Drehscheiben und Schiebebühnen. In durchgehenden Hauptgeleisen sind Drehscheiben und Schiebe-

Digitized by Google

bühnen mit versenkten Geleisen unzulässig (cf. §. 72 der technischen Vereinbarungen).

Drehscheiben, auf welchen Locomotiven und Tender verbunden gedreht werden, sollen thunlichst nach einem Durchmesser von $12{,}_5$ m construirt werden. Geringere Dimensionen sind besonders zu motiviren.

21. Entwässerungsanlagen. Bei Neubauprojecten ist die Entwässerung des Planums, der Kellerräume, Senkgruben etc., event. unter Beifügung besonderer Profilzeichnungen, in dem Erläuterungsbericht näher zu erörtern.

Berlin, den 27. Juli 1873.

Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 27. December 1873, die Weite von Feldwegs-Ueberführungen betreffend.

Mit Rücksicht darauf, dafs immer mehr landwirthschaftliche Maschinen und Geräthe in Gebrauch kommen, welche eine Breite von nahezu 4 m erreichen und auch ihrer Construction nach eine Verringerung dieser Breite zu Transportzwecken nicht immer gestatten, ist die lichte Weite von Feldwegs-Unterführungen und die Breite derartiger Ueberführungen zwischen den Geländern, wofür bisher im Allgemeinen das Maafs von $3{,}_{77}$ m als ausreichend erachtet ist, zweckmäfsig um etwa 1 m gröfser zu machen, als die Breite der durch resp. über dieselben zu transportirenden Geräthe beträgt. Danach würde zufolge einer Mittheilung des Ministeriums für die landwirthschaftlichen Angelegenheiten eine Normalweite von 5 m für solche Bauwerke die zweckmäfsigste sein, die unter Umständen zulässige Minimalweite aber nicht unter $4{,}_5$ m betragen dürfen. Die Königliche Direction wird demnach angewiesen, bei Aufstellung von Projecten zu neuen Eisenbahn-Anlagen für die Fahrbahn von Feldweg-Unter- resp. Ueberführungen als Minimalmaafs die lichte Weite von $4{,}_5$ m festzuhalten und je nach der Bedeutung der Wege dieses Maafs bis auf 5 m anzunehmen, soweit nicht sonstige Rücksichten eine noch gröfsere lichte Weite erforderlich machen.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

An
sämmtliche Königliche Eisenbahn-Directionen.

Abschrift lasse ich dem Königlichen Eisenbahn-Commissariat mit dem Auftrage zugehen, die Eisenbahn-Verwaltungen Seines Geschäftsbereichs zu gleichmäfsiger Befolgung obiger Bestimmung zu veranlassen.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

An
sämmtliche Königliche Eisenbahn-Commissoriate und Commissarien.

Abschrift ad 1 zur Kenntnifs.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
gez. Dr. Achenbach.

An
sämmtliche Königliche Regierungen (excl. Sigmaringen).

Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 13. Febr. 1874, die Berechnung des Werthstempels bei Lieferungs-Verträgen betreffend.

Die von der Königlichen Ober-Rechnungs-Kammer über die Berechnung des Werthstempels bei Lieferungsverträgen in dem Monitum 4 zur Chaussee-Verwaltungsrechnung der dortigen Hauptkasse pro 1872 getroffene Anordnung entspricht nach einer Mittheilung des Herrn Finanzministers — wie ich der Königlichen Regierung auf die Berichte vom 8. und 29. December v. J. eröffne — dem von der Steuer-Verwaltung stets als maafsgebend betrachteten Grundsatze, wonach in allen Fällen, in denen bei Lieferungsverträgen die Lieferung eines bestimmten eventuellen Maximums über das Anschlagsquantum hinaus verabredet ist, der Werthstempel von vornherein von dem diesem Maximum der Lieferung entsprechenden Geldbetrage verwendet werden mufs, gleichviel, ob die über das Anschlagsquantum bedungene Lieferung demnächst wirklich erforderlich wird oder nicht.

Nach diesem Grundsatze hat die Königliche Regierung für die Folge zu verfahren, ohne dafs es deshalb der Aufnahme einer besonderen Clausel in die Lieferungsverträge bedarf.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

An
die Königliche Regierung zu Stralsund.

Abschrift erhält die Königliche Regierung zur Kenntnifsnahme und gleichmäfsigen Beachtung.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
gez. Dr. Achenbach.

An
sämmtliche Königliche Regierungen und Landdrosteien und an die Königliche Ministerial-Bau-Commission hier.

Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

Mitte März 1874.

Des Kaisers und Königs Majestät haben:

den Regierungs- und Baurath Dieckhoff zu Breslau zum Geheimen Baurath und vortragenden Rath im Ministerium für Handel etc.

und den Baurath Franzius in Berlin, technischen Hilfsarbeiter bei der Ministerial-Abtheilung für das Bauwesen, zum Regierungs-Baurath ernannt,

ferner zu Regierungs- und Bauräthen:

den Ober-Betriebsinspector, technisches Mitglied der K. Westfälischen Eisenbahn-Direction F. Bachmann zu Münster,

das technische Mitglied der K. Eisenbahn-Commission zu Glogau, Baurath Rampoldt,

den Vorsitzenden der K. Eisenbahn-Commission zu Kattowitz, Eisenbahn-Bauinspector Urban,

das technische Mitglied der K. Eisenbahn-Commission zu Cassel, Baurath Buchholz,

das technische Mitglied der K. Eisenbahn-Direction zu Cassel, Baurath Behrend,

die technischen Mitglieder der betreffenden K. Regierungen und Landdrosteien:

den Baurath Meyer zu Bromberg,
- - Treplin zu Potsdam,
- - Plate zu Münster,
- - Laur zu Sigmaringen,

den Ober-Bauinspector Alsen zu Danzig,
- - Döbbel zu Cöslin,
- - Berring zu Oppeln,

Digitized by Google

den Ober-Bauinspector Klein zu Oppeln,
- - Kruse zu Aachen,
- - von Morstein zu Frankfurt,
- - Döltz zu Magdeburg,
- - Becker zu Schleswig,
- - Kuckuck zu Gumbinnen,
- - Albrecht zu Hannover,
- - Lieber zu Düsseldorf,
- - Heithaus zu Lüneburg,
- - Spieker zu Potsdam,
- - Steinbeck zu Merseburg,

den früheren Bauinspector in Erfurt, Ober-Bauinspector Schumann zu Arnsberg,

sowie den beim K. Polizei-Präsidium zu Berlin angestellten Ober-Bauinspector Langerbeck.

Den Charakter als Baurath haben erhalten:

der Eisenbahn-Bauinspector Niemann zu Breslau,

der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Hardt zu Dortmund,

der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Oberbeck zu Berlin

und der bei den Festungsbauten zu Geestemünde beschäftigte Wasser-Bauinspector Runde.

Beförderungen und Uebertragungen besonderer Functionen.

Der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Lex zu Essen ist zum Vorsteher des technischen Büreaus der K. Eisenbahn-Commission daselbst ernannt.

Dem Eisenbahn-Baumeister Ehlert zu Aachen ist die Stelle eines Vorstehers des dortigen technischen Büreaus der K. Eisenbahn-Commission

und dem Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Schmitt zu Altona eine gleiche Vorsteherstelle bei der K. Eisenbahn-Commission zu Düsseldorf übertragen.

Der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Baedeker in Bromberg ist commissarisch zum Mitgliede der K. Eisenbahn-Commission daselbst ernannt.

Der Ober-Betriebsinspector Reps in Berlin ist mit den Functionen eines technischen Staats-Commissarius zur speciellen Beaufsichtigung der Bauausführungen der Privat-Eisenbahnen von Berlin nach Dresden, von Oels nach Gnesen und von Creutzburg nach Posen betraut worden.

Dem Land-Baumeister und Lehrer an der K. Bau-Akademie Jacobsthal in Berlin ist das Prädicat Professor beigelegt.

Der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Urban zu Kattowitz ist zum Vorsitzenden der dortigen K. Eisenbahn-Commission ernannt worden.

Der Land-Baumeister Tuckermann zu Erfurt erhält die Stelle eines ordentlichen Lehrers für Bauconstructionslehre an der K. Gewerbe-Akademie zu Berlin.

Dem Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Schulze in Berlin ist die Stelle eines ständigen Vertreters des Ober-Betriebsinspectors der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn, und

dem Eisenbahn-Baumeister von Geldern in Berlin unter Beförderung zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector die Stelle eines solchen bei der ebengenannten Eisenbahn verliehen worden.

Der Baurath Hardt zu Dortmund ist zum technischen Mitgliede der K. Eisenbahn-Commission in Coblenz, mit Anweisung seines Wohnsitzes in Coblenz, ernannt.

Dem Baurath Oberbeck ist die Stelle eines technischen Mitgliedes der K. Eisenbahn-Commission in Berlin verliehen.

Befördert sind ferner:

der Eisenbahn-Baumeister Kottenhoff in Nieder-Marsberg zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn mit Anweisung seines Wohnsitzes in Essen;

desgleichen die Eisenbahn-Baumeister
Reuter in Essen,
Emmerich in Düsseldorf und
Hassenkamp in Cassel
zu Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren mit Anweisung des Wohnsitzes in Elberfeld;

der Eisenbahn-Baumeister Kubale in Breslau zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Oberschlesischen Eisenbahn mit Anweisung des Wohnsitzes in Gleiwitz,

der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Klose in Münster zum Ober-Betriebsinspector bei der Westfälischen Eisenbahn,

der Land-Baumeister Dittmar in Bonn zum Bauinspector in Erfurt,

der Eisenbahn-Baumeister de Nerée in Saarbrücken zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector daselbst.

Erste Anstellungen, Ernennungen.

Der Baumeister Awater ist zum Eisenbahn-Baumeister in Düsseldorf ernannt,

desgleichen der Baumeister Masberg zum Eisenbahn-Baumeister in Aachen,

der Baumeister Krackow zum Eisenbahn-Baumeister bei der Stargard-Posener Eisenbahn unter Anweisung des Wohnsitzes in Stargard in Pommern.

Der Baumeister Bobrick ist als Local-Baubeamter der Militair-Verwaltung in Danzig angestellt.

Desgleichen der Baumeister Alex. Siewert in Rotenburg (Reg. Bez. Cassel) als Eisenbahn-Baumeister bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn,

der Baumeister Longeling als Eisenbahn-Baumeister bei der K. Eisenbahn-Direction in Saarbrücken mit Anweisung des Wohnsitzes in Cochem a. d. Mosel,

der Baumeister Büscher in Glatz als Eisenbahn-Baumeister bei der Oberschlesischen Eisenbahn,

der Baumeister Goldmann als Land-Baumeister bei der Militair-Verwaltung in Coblenz,

der Baumeister Haarbeck als Eisenbahn-Baumeister bei der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn mit Anweisung seines Wohnsitzes in Berlin,

der Baumeister Gette als Land-Baumeister bei der K. Regierung zu Potsdam,

der Baumeister Starke ebenso bei der K. Regierung zu Liegnitz,

der Baumeister Ludw. Köhler desgl. bei der K. Regierung zu Arnsberg,

Digitized by Google

der Baumeister Ihne desgl. bei der K. Regierung zu Erfurt,
der Baumeister Bindewald als Kreis-Baumeister in Chodziesen (Reg. Bez. Bromberg),
der Baumeister Süfs als Kreis-Baumeister in Wanzleben,
der bisherige Wegbau-Conducteur Ad. Höbel als Eisenbahn-Baumeister in Saarbrücken,
der Baumeister W. Houssolle desgl. daselbst,
der Baumeister Mohr als Kreis-Baumeister in Allenstein,
der Baumeister Langbein desgleichen in Rössel,
der Baumeister Schattauer desgleichen in Neidenburg,
der Baumeister von Nehus desgleichen in Zell a. d. Mosel,
der Baumeister Röhnisch desgleichen in Cassel,
der Baumeister Siebert desgleichen in Pr. Eylau,
der Baumeister Altenloh als Eisenbahn-Baumeister im Verwaltungs-Bezirk der K. Eisenbahn-Direction zu Wiesbaden und als Abtheilungs-Baumeister bei dem Bau der Bahnstrecke Oberlahnstein-Coblenz-Güls, mit dem Wohnsitze zu Coblenz,
der Baumeister Devin als Land-Baumeister und Local-Baubeamter bei der Militair-Verwaltung in Carlsruhe in Baden,
der Baumeister Franke als Kreis-Baumeister in Wolmirstedt,
der Baumeister Zimmermann als Eisenbahn-Baumeister in Hanau.

Versetzungen.

Das technische Mitglied der K. Direction der Main-Weser-Bahn zu Cassel, Regierungs- und Baurath Küll ist in gleicher Eigenschaft zur K. Direction der Ostbahn in Bromberg versetzt.

Der bisherige Eisenbahn-Baumeister Dr. zur Nieden ist im technischen Eisenbahn-Büreau des K. Ministeriums für Handel etc. angestellt.

Der Eisenbahn-Bauinspector Westphalen zu Emden ist nach Paderborn in die dortige Eisenbahn-Baumeister-Stelle versetzt.

Dem Eisenbahn-Baumeister Röhner zu Cassel ist die Eisenbahn-Baumeister-Stelle zu Emden (statt zu Paderborn) verliehen.

Der Eisenbahn-Baumeister Garcke ist von Eschweiler nach Jülich versetzt,
desgleichen der Eisenbahn-Baumeister Monscheur von Inowraclaw nach Kattowitz,
der Land-Baumeister Naumann von Gumbinnen als Kreis-Baumeister nach Darkehmen,
der Kreis-Baumeister Dannenberg von Neidenburg nach Heiligenbeil,
der Eisenbahn-Baumeister van den Borgh von St. Wendel als Abtheilungs-Baumeister beim Bau der Eisenbahn von Berlin nach Nordhausen — nach Barby,
der Eisenbahn-Baumeister Hottenrott von Elberfeld nach Frankfurt a. M. zur Main-Weser-Bahn.

Der Wohnsitz des Kreis-Baumeisters Reinckens ist von Kirchen nach Betzdorf verlegt.

In den Ruhestand sind getreten, resp. treten:

der Baurath, Professor Manger in Berlin,
der Kreis-Baumeister Schulze in Templin,
der Bauinspector von Horn in Buxtehude,
der Baurath Herrmann in Hanau.

Gestorben sind:

der Geheime Ober-Berg- und Baurath Redtel zu Berlin,
der Kreis-Baumeister Schmid zu Darkehmen,
der Baurath Buchholz zu Arnsberg.

Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

Original-Beiträge.

Das städtische Vierordtbad in Carlsruhe.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 22 bis 29 im Atlas.)

Am südlichen Ende der Stadt Carlsruhe, nahe dem Hauptbahnhofe, erhebt sich auf dem ehemaligen Vorterrain des sog. Sallenwäldchens das neue städtische Badgebäude, hervorgerufen durch die gegenwärtige für die Hebung der Stadt so thätige Gemeindeverwaltung und das fürsorgliche Interesse, welches Se. K. H. der Grofsherzog allen öffentlichen, für Gemeindewohl wirkenden Unternehmungen zu Theil werden läfst.

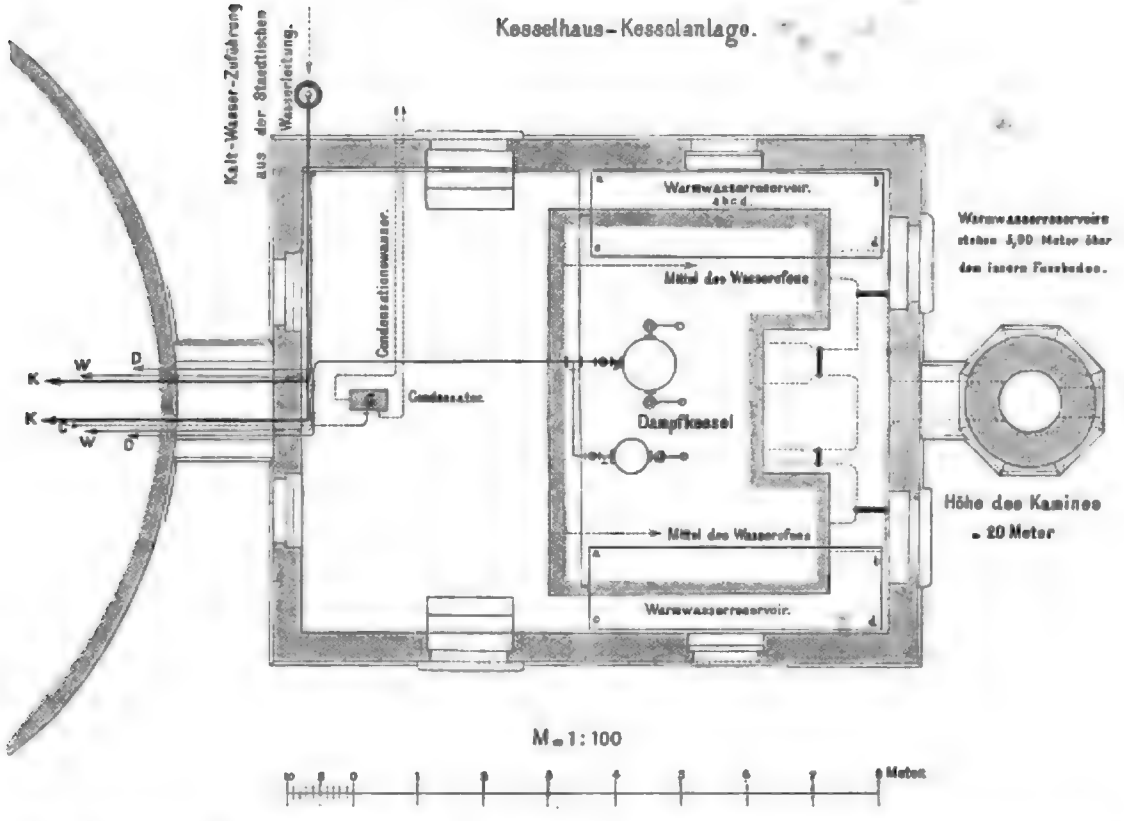
Den Eigenthümlichkeiten hiesiger Badverhältnisse Rechnung tragend, sind nur Wannenbäder, Dampf- und warme Luftbäder in die Anstalt aufgenommen worden, da Schwimmbäder in dem nur wenige Minuten vor der Stadt fliefsenden Flüfschen Alb und dem mit der Eisenbahn in 12 Minuten erreichbaren Rheine seit Jahren in regem Gebrauche und auch mit allen nöthigen Erfordernissen ausgestattet sind. Winterschwimmbäder einzurichten, empfahl sich aus ökonomischen Gründen nicht, da deren Betrieb mit sehr bedeutenden Kosten verknüpft ist und die Einnahmen in den seltensten Fällen den Aufwand decken.

Die Anlage zerfällt in drei Flügelbauten, welche in den als Wartesaal dienenden, den ganzen Gebäudecomplex beherrschenden Kuppelbau ausmünden. Zwei derselben, mit Wohnungspavillons für Bademeister und Verwalter, enthalten die Zellen der Wannenbäder für Frauen und Männer, im dritten befinden sich die Luft- und Dampfbäder mit Douchensaal und zugehörigen Aus- und Ankleidecabinets.

In der Längenaxe des letztgenannten Flügels — 3 Meter von diesem entfernt — liegt das Kesselhaus, das die Warmwasserreservoirs und die Kesselanlage enthält, zwei Niederdruckwasserheizungs-Oefen zur Bereitung des warmen Badewassers und zwei Dampfkessel zur Erzeugung des Dampfes für die Luft- und Dampfbäder und zur Heizung der verschiedenen Räumlichkeiten im Winter, umfafst.

Digitized by Google

Ground floor plan
Section A-A
Section B-B



Jeder Ofen und Kessel hat für sich einen Rost, und sind sämmtliche vier Objecte in einem Mauerkörper zusammengefafst. Den vier Heizstellen ist ein 20 Meter hoher Kamin gemeinschaftlich.

Die zwei zu beiden Seiten der Dampfkessel befindlichen Badewasseröfen bestehen aus einem Systeme von Röhren, deren Anfangs- und Endpunkt in freier Verbindung mit den Warmwasserreservoirs ist.

Der gröfsere Dampfkessel ist ein Röhrenkessel von 17,4 □Meter Heizfläche und 3 Atmosphären Ueberdruck, der kleinere ist ein Flammrohrkessel von 4,3 □Meter Heizfläche und ebenfalls 3 Atmosphären Ueberdruck, mit geschweifstem (nicht genietetem) Flammrohr.

Da immer nur einer der Kessel im Betriebe, so ist die Speisevorrichtung für beide Kessel eine gemeinschaftliche und besteht aus einem Injecteur und einer Handspeisepumpe, von denen jede für sich und unabhängig von einander beim Betriebe benutzt werden kann. Das kalte Wasser wird durch die Leitung des städtischen Wasserwerkes zugeführt.

Sorgfältig ausgeführte und unterhaltene Anlagen von Blumenbeeten und Waldpartieen, belebt durch springende Wasser, Teiche, Musikpavillons etc., umgeben den Bau und bieten reichlich Gelegenheit zu zerstreuenden und erholenden Spaziergängen vor und nach dem Bade. In den Sommermonaten ist mit dem Bade ein Kurtrinken (Mineralwasser, Milch etc.) verbunden, was sich lebhaften Zuspruches erfreut.

Die Mittel zur Herstellung des Baues mit seinen Anlagen wurden durch Schenkung eines Carlsruher Bürgers, Herrn Banquier Vierordt, und Beiträge der Stadtgemeinde aufgebracht. Eine Inschrift über dem Haupteingange sagt:

„Unter Grofsherzog Friedrich's förderndem Schutz,
durch Heinrich Vierordt's hochherzige Schenkung und der
Bürger Beschlufs erbaut 1871 — 1873."

Im Frühjahre 1871 war mit den Fundamentarbeiten begonnen worden und am 6. April 1873 wurde die Anstalt in Gegenwart des Allerhöchsten Hofes feierlich eröffnet und dem Verkehr übergeben.

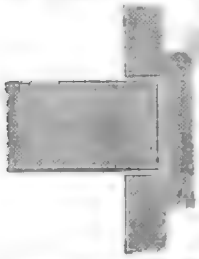
Der bedeutende Zuspruch, den das Bad seit seiner Eröffnung von Seiten des Publikums erfahren, beweist, dafs man durch seine Herstellung einem lange gefühlten Bedürfnisse Rechnung getragen und die Gemeindeverwaltung in dem für das Gemeinwohl so nützlichen Unternehmen das Richtige getroffen hat. Von April 1873 bis zum Jahresschlufs wurden beiläufig 22000 Bäder mit einem Erträgnifs von 10400 Fl. abgegeben.

Was das Technische der Bauausführung betrifft, so ergab sich nach Abhub des ungefähr 1 Meter mächtigen Waldbodens als guter Baugrund ein feiner, ausgewaschener Quarzsand von geringer Mächtigkeit, unter dem sich eine festgebackene, grobe und mächtige Kiesschichte befindet. Horizontalwasser trat in einer Tiefe von $1{,}_{50}$ bis $1{,}_{80}$ m zu Tage.

Bis zu dieser Tiefe wurden durchschnittlich die Fundamentmauern eingesenkt, indem für die höheren Bauten (Pavillons und Kuppel) zuerst eine Sohle aus 18 Centimeter starken, grofsen „Bodenplatten" in Schwarzkalkmörtel eingebettet hergestellt wurde, welche derart verbreitert ist, dafs diese Gebäudetheile die gleichen Pressungen auf den Untergrund ausüben, wie die einstöckigen Flügelbauten.

Digitized by Google

Auf dieser Sohle erheben sich die aus rothen Bruchsteinen mit Schwarzkalkmörtel gemauerten Fundamente. Die der Flügelbauten sind mit den Pavillonsfundamenten im Verbande ausgeführt, während sie gegen die Kuppelfundamente stumpf in einem 15 cm tiefen Falze stossen — ein Verfahren, das auch bei den Stockmauern eingehalten wurde.



Die Sockel sind aus harten rothen Sandsteinen ausgeführt, die ersten Stockwerke der Pavillons und des quadratischen Kuppelunterbaues aus rothen Bruchsteinen mit Quaderblendung in niedriger, abwechselnd rother und weifser Schichtung.

Die Blendquadern, die als Binder- und Läuferschichten ausgeführt, stimmen meist mit der Höhe der verwendeten Bruchsteine überein und greifen 24 bis 45 cm in das Mauerwerk. Die sämmtlichen Gurten, Gesimse, Fenster- und Thürgestelle, Pilaster, Bogen, Säulen, Architrave, Friese etc. aller Gebäudetheile, sowie die Mauerflächen des obern Geschosses der Pavillons, der ganze Kuppelrundbau sind aus weifsen Murgthaler Sandsteinen gefertigt. Die Quadern wurden in feinem, durchgesiebtem Mörtel versetzt, die Kanten vor dem „Aufbrennen“ durch eingelegte 6 cm breite Pappstreifen geschützt. In die Keilfugen der Archivolte sind abgehämmerte Bleistreifen eingelegt und die feinen Zwischenräume in den Fugenflächen mit Cement ausgegossen. Alle Gurt- und Gesimsstücke sind unter sich durch 18 cm lange Eisenklammern in Cementvergufs, die Fenstergewände und andere aufrecht stehende Werkstücke durch Dollen und Stichanker mit dem Mauerwerke verbunden.

Die Decken der Corridors, der Wohnräume und Ankleidezellen sind in Holz construirt, unterhalb verschalt und geputzt; die Decke des Abtrockensaales ist aus gehobelten Dielen mit Fugenleisten, also in sichtbarer Holzconstruction hergestellt.

Die Badezellen, die Dampf- und Luftbäder, die Rotunde sind mit Backsteingewölben überspannt, die Gewölbe der Vorhalle in künstlichen Tuffsteinen ausgeführt.

Die Dachflächen sind mit Schiefer auf voller Schalung, Vorhallendach und Kuppeldach mit Zink eingedeckt. Die sämmtlichen Dachconstructionen sind mit Ausnahme des Kuppeldaches (siehe Bl. 26) aus Holz hergestellt. Die Zinktafeln des Kuppeldaches sind aufsen mit einem hellen meergrünen Tone in Silicatfarbe gestrichen, während die Rippen, Palmetten und Früchteschnüre vergoldet sind.

Die acht Nischen der Kuppel füllen 2 Meter hohe Zinkgufsfiguren (meist Copien nach Antiken), die in einem hellen Steintone ebenfalls mit Silicatfarbe überzogen sind.

Das Giebelfeld ist mit einem in Form und Farbe vollendeten, von dem Historienmaler Gleichauf componirten und gemalten Frescobilde geschmückt.

Die Fufsböden der Corridors, Badezellen und der Rotunde sind in Cementgufs hergestellt, diejenigen des Abtrockensaales und der Aus- und Ankleidecabinets dagegen in tannenen Riemen ausgeführt. In gleicher Höhe mit dem Fufsboden liegen besonders geformte Rinnen aus Cement, in welche die Röhrenleitung für kaltes und warmes Wasser, für Dampf und Condensationswasser gelegt ist; eingefalzte schmiedeeiserne Platten decken die Leitung.

Die Wannen sind aus grauem und grünem Cemente geformt und innerhalb polirt. Die Wände und Decken der Corridors, Badezellen, Vorhalle und Rotunde sind mit feinem Mörtelputz und Gypsabglättung überzogen und sind erstere mit Oelfarbe, letztere mit Leimfarbe, zum Theil reich bemalt.

Decorativ am reichsten sind die Rotunde, die Vorhalle, die beiden Salonbäder und der Abtrockensaal mit den Ankleidecabinets geschmückt; die Wände der ersteren zieren vier von dem Maler Klose der Stadt zum Geschenke gemalten Landschaften, im Style und Auffassung an die besten Leistungen Rottmann's erinnernd. In der Vorhalle sind die Büsten des regierenden Grofsherzogs Friedrich und der Grofsherzogin Luise aufgestellt, Reimsprüche in den Friesen von Jos. Victor Scheffel in lateinischer Sprache laden den Eintretenden zum Gebrauch der Bäder ein. Sie lauten:

1) Perstat in corpore sano, mens sana
Balnea si colis quotidiana.
2) Pulvere, cura, morbisve gravatus
Lactus et lautus exibis sanatus.
3) Salve fons limpide, fons juventutis
Robur infirmi, tutela salutis.
4) En quae nos recreant Najadis dona
Tepida, frigida — omnia bona.

Die Wände und Decken der Dampfbäder und warmen Luftbäder, der lokalen Dampfbäder und des Douchensaales sind mit Cementputz bekleidet.

Die Heizung sämmtlicher Räume geschieht durch Dampföfen, die Ventilation theils durch verstellbare Klappfenster, theils durch besondere Zugschachte.

Die Einrichtung des Kesselhauses, der Dampf- und Luftbäder, die Wasser- und Dampfleitung, die Dampfheizung, die Douchenapparate wurden von Herrn Johannes Haag in Augsburg gefertigt und aufgestellt.

Die Ausführung des Baues leitete Herr Architekt Opfermann aus Mainz.

Die Kosten belaufen sich ohne Platz und Herstellung der Anlagen, Einfriedigungen, Abwässerung etc.

1) für den Hauptbau auf	95000 Fl.
2) für das Kesselhaus mit Kamin auf . . .	6524 -
3) für die innere Einrichtung sammt erstmaliger Anschaffung der Badewäsche auf .	27847 -

Carlsruhe, im Januar 1874.

Josef Durm.

Geschäftsgebäude für das Kreisgericht zu Hechingen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 30 bis 33 im Atlas.)

Die Geschäftsgebäude der Preufsischen Gerichtsbehörden werden in neuerer Zeit nach bestimmten Normen eingerichtet, welche durch das Königl. Preufsische Justiz-Ministerium im Sinne der beabsichtigten Umgestaltung der Rechtspflege

Digitized by Google

vorgeschrieben sind. Diesen Vorschriften entsprechend sollen für Collegial-Gerichte erster Instanz, wie dergleichen vorzugsweise in den volkreichen Provinzialstädten (also nicht in jeder Kreisstadt) zur Ausführung gelangen, in der Regel folgende Räumlichkeiten vorhanden sein, und zwar:

I. für das Schwurgericht
- ein Audienzsaal von 150 — 160 □ᵐ Grundfläche,
- ein Berathungszimmer für die hierbei fungirenden 5 bis 7 Richter,
- ein Berathungszimmer der beigeordneten 12 Geschwornen, nebst Vorzimmer,
- ein Zimmer zum Aufenthalte der Zeugen,
- einige Zellen zur zeitweiligen Detinirung der Angeschuldigten;

II. für das gewöhnliche gerichtliche Verfahren
- ein Audienzsaal für den Civil-Senat von 100 bis 120 □ᵐ Grundfläche,
- ein Berathungszimmer für die fungirenden 5 bis 7 Richter,
- ein Audienzsaal für den Criminal-Senat, ebenfalls von 100 bis 120 □ᵐ Grundfläche,
- ein Berathungszimmer für die hierbei zu beschäftigenden 3 bis 4 Richter,
- zwei Arbeitszimmer für die beiden Präsidenten des Gerichts, nebst dazwischen liegendem Vorzimmer,
- ein Aufenthaltszimmer für Zeugen und Parteien,
- ein geräumiges Zimmer für die Rechts-Anwälte,
- ein kleines Zimmer für Gerichtsdiener,
- mehrere dem Umfange des Gerichts entsprechende Geschäftsräume für die Registratur, das Secretariat und die Kanzlei,
- einige Arbeitszimmer für committirte Richter,
- eine Bibliothek;

III. für die Staats-Anwaltschaft
- zwei Arbeitszimmer für den Staats-Anwalt und seinen Substituten nebst dazwischen belegenem Vorzimmer,
- ein dergleichen für den Expedienten,
- die erforderlichen Kanzlei- und Registratur-Lokale und
- ein kleiner Raum für die Ueberführungsstücke.

Zum Anhalte für die Bearbeitung derartiger in neuerer Zeit häufig verlangten Bauprojecte sei es gestattet, über die räumliche Anordnung solcher Gebäude einige Mittheilungen hier zur allgemeinen Kenntnifs zu bringen.

In der Regel werden die zum Sprengel des Collegial-Gerichts gehörigen sogenannten Amtsgerichte, welche mit einer gewissen Competenz in der Civil- und Straf-Rechtspflege und insbesondere mit der Führung der Grundbücher betraut sind, theilweise in demselben Gebäude untergebracht. Insofern nun die hierzu bestimmten Räume vorzugsweise vom grofsen Publikum besucht werden, empfiehlt es sich, dieselben im Erdgeschosse und zwar, so weit sie zur Aufbewahrung der Grundbücher dienen, in möglichst feuersicherer Bauart herzustellen. In demselben Geschosse, unweit des zugehörigen Gefängnisses werden ferner die Verhörzimmer der Untersuchungsrichter anzuordnen sein. Können die verhafteten Angeschuldigten nicht auf kurzem Wege vor den Untersuchungsrichter geführt werden, so ist die Anlage einer oder mehrerer Zellen zur einstweiligen Unterbringung dieser Gefangenen in der Nähe jener Verhörzimmer als erforderlich zu erachten.

Der erste Stock des Gebäudes wird zweckmäfsig für die gröfseren Audienzsäle und die dazu gehörigen Nebenräume einzurichten sein.

Bezüglich der Schwurgerichtssäle ist zu bemerken, dafs diese Lokale bei einer Grundfläche von 150 bis 160 □ᵐ und einer lichten Höhe von 6 bis 7ᵐ sich akustisch seither am besten bewährt haben. Die Berathungszimmer der Richter und der Geschwornen müssen in unmittelbarer Nähe des Saals liegen, damit beide Körperschaften auf dem kürzesten Wege und ohne mit anderen Personen in Berührung zu kommen, aus dem Saale nach ihren Berathungszimmern gelangen können. Für die Angeschuldigten, die Zeugen und das den Verhandlungen beiwohnende Publikum sind von einander getrennte Zugänge zu beschaffen; insbesondere ist darauf Bedacht zu nehmen, dafs die Angeschuldigten auf einer völlig abgesonderten Seite aus den daneben anzulegenden provisorischen Haftlokalen vor die Schranken geführt werden können. Auch empfiehlt es sich, thunlichst auf die Anlage eines isolirten Zuganges für das Publikum nach dem Schwurgerichts-Saale Rücksicht zu nehmen.

Der Audienzsaal für den Criminal-Senat, vor welchem die nicht zur Competenz der Schwurgerichte gehörigen Strafsachen abgeurtelt werden, ist ebenso wie der Schwurgerichts-Saal selbstredend in möglichster Nähe des zum Geschäftshause gehörigen Gefängnisses anzuordnen. Die Grundfläche dieses Saales ist auf 100 bis 120 □ᵐ und seine lichte Höhe auf $4{,}_5$ᵐ bis 5ᵐ zu bemessen. Von gleicher Gröfse wird der Audienzsaal für den Civil-Senat zu gestalten sein und an beide Lokalitäten werden die zugehörigen Berathungszimmer der Richter sich unmittelbar anzuschliefsen haben.

In demselben Geschosse sind ferner noch die Arbeitszimmer der beiden Präsidenten des Gerichts, die Bibliothek und die Aufenthaltszimmer der zu den öffentlichen Verhandlungen vorgeladenen Rechts-Anwälte, Zeugen und Parteien unterzubringen.

Der zweite Stock ist zur Aufnahme aller sonst noch erforderlichen Räumlichkeiten zu verwenden. Insbesondere werden also hier die Geschäftslokale der Staats-Anwaltschaft, des Secretariats, der Registratur und der Kanzlei des Collegial-Gerichts, sowie vielleicht noch einige Arbeitszimmer für committirte Richter anzulegen sein.

Ist in dem Gebäude noch die Dienstwohnung für einen Unterbeamten anzubringen, so wird sich füglich in dem Kellergeschosse hierzu der erforderliche Raum vorfinden, zu welchem Behufe jedoch die Plinthe des Hauses eine Höhe von mindestens 2ᵐ über dem Terrain erhalten mufs.

Was die Etagenhöhen betrifft, so empfiehlt es sich, dieselben für das Erdgeschofs 4ᵐ bis $4{,}_{25}$ᵐ, im ersten Stock $4{,}_5$ᵐ bis 5ᵐ und für den zweiten Stock 4ᵐ im Lichten hoch zu bemessen. Alle sonstigen baulichen Constructionen werden in jedem einzelnen Falle den lokalen Verhältnissen entsprechend dem Ermessen des betreffenden Baubeamten zu überlassen sein.

Als ein Beispiel für die Anordnung eines derartigen Bauwerks von kleinstem Umfange wird das auf den Blättern 30 bis 33 des Atlas dargestellte Project zu einem in der Stadt Hechingen im Bau begriffenen Justiz-Geschäftsgebäude mitgetheilt.

Digitized by Google

Die Baustelle liegt am Fuße der Hohenzollernburg, des denkwürdigen Stammsitzes des Preußischen Herrscherhauses, an der von Hechingen nach Stetten führenden Landstraße. Der Baugrund daselbst besteht unter einer dünnen Humusschicht aus einer mächtigen Lage von Thonschiefer, sogenanntem Posidonien-Schiefer, welcher schon in einer Tiefe von 1 bis $1\frac{1}{2}$ m unter dem Terrain die größte Widerstandsfähigkeit besitzt.

Das Gebäude enthält:

in dem hoch gelegenen Kellergeschosse eine Dienstwohnung für den Castellan, ein Auctionslokal nebst Pfandkammer und verschiedene Räume für ökonomische Zwecke,

im Erdgeschosse eine Dienstwohnung für den Gerichts-Director, welche eventuell zur Erweiterung des Gerichts benutzt werden kann, ferner die Geschäftslokale für drei Einzelrichter und zwei Untersuchungsrichter,

im ersten Stock den Schwurgerichtssaal und die dazu gehörigen Nebenräume, einen Audienzsaal für Civil- und Criminal-Verfahren, nebst Berathungszimmer der Richter, ein Arbeitszimmer für den Director, sowie die sonst noch erforderlichen Räume für Rechts-Anwälte, Zeugen, Boten, ein Registratur- und ein Commissionszimmer,

im zweiten Stock endlich die Staats-Anwaltschaft, die Kanzlei, Registratur und das Secretariat des Collegial-Gerichts.

Bei der Grundriss-Disposition ist davon ausgegangen, das Gebäude möglichst concentrirt um eine stattliche dreiarmige Treppe zu ordnen und die zusammengehörigen Geschäftszweige neben einander zu legen, um den Anforderungen der Justizbehörden thunlichst Rechnung zu tragen.

Hinsichtlich der Ausführung des Baues ist zu bemerken, daß zu den Fundament- und Kellermauern der feste blaugraue Dolomit aus den Weilheimer und Ostdorfer Brüchen, zum oberen Theile der Plinthe aber röthlichbrauner Kohlensandstein aus den Brüchen von Renfrizhausen verwendet werden. Das Erdgeschoß wird mit dem aus der Nähe des Klosters Maulbronn bezogenen dunkelrothen Keupersandstein verblendet und zum Portal, zu den Fenstergewänden und Gesimsen ist der feinkörnige mattblaugrüne Kohlensandstein aus Binsdorf und Rosenfeld bestimmt. Alle diese Sandstein-Arten zeigen gut harmonirende Farbentöne, welche zur monumentalen Wirkung des Bauwerks nicht unwesentlich beitragen werden. Als Füllmauerwerk zwischen den Sandstein-Einfassungen wird der feste dichte Kalktuff aus den Brüchen von Bärenthal verwendet, der in frischem Zustande mit der Säge sich beliebig zuschneiden läßt.

Die zur Hintermauerung erforderlichen Ziegel sind aus den Ziegeleien der Umgebung von Stuttgart bezogen, da in der Nähe von Hechingen der Bedarf an geeigneten Ziegeln für diesen Bau nicht gedeckt werden konnte.

Im Uebrigen wird bemerkt, daß zur Erwärmung des Schwurgerichts-Saals eine Luftheizung angelegt ist, daß alle anderen Räume aber durch gewöhnliche Oefen beheizt werden sollen.

Die Kosten des Gebäudes, welches auch im Innern eine angemessene, wenngleich nur einfache Ausstattung erhält, werden sich in runder Summe auf 110000 Thlr. stellen.

Zum Schluß bleibt noch hinzuzufügen, daß durch ein Versehen des Zeichners in der Haupt-Façade die Pilaster des Eingangs um ca. $0{,}15$ m zu schmal angegeben sind.

Berlin, im März 1874.

Herrmann.

Die Anlage der Rauchcanäle und der Rauchkammern in der ehemaligen Münze zu Straßburg und ihre Anwendung beim Umbau der Königlichen Münze in Frankfurt a/M.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 34 im Atlas.)

Bekanntlich ist in Frankreich die Goldwährung seit vielen Jahren eingeführt und zwar war die Münze selbst an verschiedene General-Unternehmer verpachtet. Die letztere Einrichtung mag wohl hauptsächlich dazu beigetragen haben, frühzeitig Mittel zu ersinnen, welche geeignet waren, beim Schmelzen des Goldes das Verflüchtigen des edlen Metalls so weit als möglich zu verhindern.

Diese Verflüchtigung, welche nicht unbedeutend ist, tritt um so stärker ein, je kräftiger die Rauchabführung bewirkt ist, und es kam daher darauf an, ohne die letztere zu hemmen, die sich verflüchtigenden Theile des edlen Metalls in der einfachsten und nutzbringendsten Weise wieder zu gewinnen. Die zu diesem Zwecke von den Franzosen erfundene sinnreiche Einrichtung war auch in der früheren Münze in Straßburg vorhanden und es wurde daher der Unterzeichnete im Januar 1873 durch Rescript des Herrn Finanzministers beauftragt, sich mit dem Bauinspector Herrn Pavelt in Frankfurt a/M. nach Straßburg zu begeben, die gedachten Einrichtungen kennen zu lernen und dieselben bei dem Umbau der Münze in Frankfurt a/M. in entsprechender Weise zur Ausführung zu bringen.

Als wir nach Straßburg kamen, fand sich, daß der bisherige Münzpächter alle zum Münzen bestimmten Maschinen und Utensilien, welche sein Eigenthum waren, bereits entfernt hatte, ja selbst die Schmelzöfen waren abgebrochen, und ein ehemaliger Werkmeister der Münze, welcher sich zufällig einfand, konnte oder wollte über die bisherige Einrichtung der Rauchcanäle, welche, wie uns bekannt, unterirdisch angelegt waren, keine Auskunft geben; es gewann überhaupt den Anschein, daß die gedachte Einrichtung französischerseits als ein wichtiges Geheimniß der Technik behandelt würde.

Unter diesen Umständen blieb nichts weiter übrig, als auf eigene Hand zu versuchen, die Anlage zu ergründen, und da in dem weiten, scheunenartigen Schmelzraum nur der hohe Schornstein, sowie die Fundamentreste der Schmelzöfen Anhaltspunkte gewährten, so wurden Handwerker requirirt und durch diese der Fußboden vom Schornstein, wie nach der Richtung, wo früher die Schmelzöfen gestanden hatten, aufgebrochen.

Alsbald fand sich denn auch der Rauchcanal in einer lichten Weite von $0{,}30$ m und einer Höhe von $0{,}48$ m, wel-

Digitized by Google

Rauchcanal- und Rauchkammer-Anlage der Münze zu Strafsburg.

cher von dem Schornstein aus, der bei einem Querschnitt von 1 ☐ m im Quadrat eine Höhe von 30 ☐ m besafs, auf eine Länge von 2 + 12 = 14 ☐ m fortlief und dann in eine Rauchkammer von 3 ☐ m Länge, 2 ☐ m Tiefe und $2_{,5}$ ☐ m Höhe mündete, welche mit einer im Boden des Schmelzraums befindlichen, jedoch verdeckten Einsteigeöffnung versehen war. — An diese Rauchkammer stöfst nun eine zweite Kammer von 2 ☐ m im Quadrat und einer Höhe von $2_{,5}$ ☐ m, welche durch eine $0_{,5}$ ☐ m im Quadrat grofse Oeffnung mit der ersteren verbunden ist. Aus dieser zweiten Kammer geht der Canal in entgegengesetzter Richtung bis zu den Schmelzöfen, wie dies die vorstehende Zeichnung näher ersichtlich macht. — Die sich verflüchtigenden Theile des edlen Metalls lagern sich nun an den Wänden, Gewölben und Boden der beiden Kammern mit dem Rufs gleichzeitig ab, werden mittelst feiner Drahtbesen mit dem Rufs zusammengefegt und in mit Wasser gefüllte Gefäfse geworfen, wodurch das reine Metall wieder gewonnen wird.

Da der Schornstein durch die gleichzeitige Aufnahme der Kesselfeuerung stark erhitzt wird, so mufste er dadurch als Exhaustor für den in der Rauchkammer sich sammelnden und an Zuggeschwindigkeit verlierenden Rauch wirken, und war somit das Problem gelöst, die Ablagerung der sich verflüchtigenden edlen Metalltheile herbeizuführen, ohne den Rauchabzug zu hemmen.

Bei Anwendung dieser Einrichtung für die Frankfurter Verhältnisse wurde dem Feuercanal bis zu den Rauchkammern, von denen hier jede mit einer Einsteigeöffnung versehen ist, ein solcher Querschnitt gegeben, dafs derselbe bequem befahren werden kann, wodurch die Reinigung desselben und damit die Wiedergewinnung der sich verflüchtigenden Theile des edlen Metalls nicht unerheblich erleichtert wird. Der Schmelzraum der Frankfurter Münze ist nun auf Blatt 34 im Grundrifs, Längen- und Querschnitte näher dargestellt, und geben aus denselben die Richtung und die Dimensionen der Rauchcanäle und Kammern, sowie die Canäle, welche für die Zuführung von frischer Luft bestimmt sind, speciell hervor. Der Feuercanal hat bis zu den Rauchkammern eine Breite von $0_{,56}$ und eine Höhe von $0_{,99}$ ☐ m, die beiden Rauchkammern sind jede 1 ☐ m breit, $1_{,5}$ ☐ m lang und $2_{,19}$ ☐ m hoch; die Oeffnung zwischen den beiden Kammern ist $0_{,42}$ ☐ m breit und $0_{,5}$ ☐ m hoch. Der Feuercanal von der zweiten Kammer bis zum Schornstein ist $0_{,4}$ ☐ m im Quadrat grofs.

Der Schornstein, welcher wegen Verlegung des Kesselhauses gleichfalls neu aufgeführt werden mufste, hat bei einer Höhe von 22 ☐ m einen Querschnitt von $0_{,79}$ ☐ m.

Hervorzuheben ist noch, dafs der Schmelzraum mit gerippten Eisenplatten beflurt ist, worin die Abfälle des Goldes sich festsetzen und zusammengefegt werden, sowie dafs sich in dem Raume 4 besondere kleinere Schmelzöfen für die Krätze befinden, die mit einem besonderen Rauchcanal und Schornstein in Verbindung stehen.

Die vorbeschriebene Einrichtung ist nicht kostspielig und konnte in Frankfurt bewirkt werden, ohne den Betrieb der Münze zu stören. Wünschenswerth wäre es, wenn durch Versuche in verschiedenen Münzen, die theils mit der bisher üblichen, theils mit der neuen Einrichtung der Rauchabführung versehen sind, genau constatirt würde, wie viel Procent des reinen Goldes durch die Anlage der Rauchkammer wieder gewonnen wird und also bisher verloren ging.

Wiesbaden, im Januar 1874.

A. Cremer.

Digitized by Google

Die Um- und Neubauten der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn.

(Fortsetzung; s. Jahrg. XXI.)

6. Umbau der Havel-Brücken bei Potsdam und Werder.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 35 bis 38 im Atlas.)

1. Beschreibung der alten Brücken.

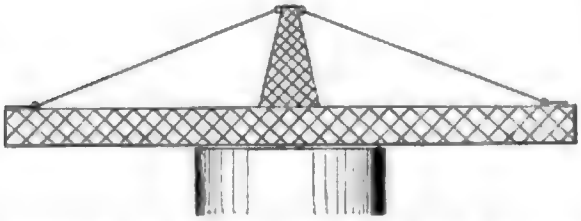
Die Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn überschreitet die Havel unmittelbar hinter dem Bahnhof Potsdam und bei Werder. Beide Brücken, im Jahre 1846 erbaut, bestehen aus je 6 Oeffnungen mit festem Unterbau von je $10{,}_{867}{}^{m}$ (34′ 7½″) und $12{,}_{55}{}^{m}$ (40′) normaler lichter Weite und 2 Oeffnungen als Schiffsdurchlässe, von 2flügligen Drehbrücken überspannt, von je $9{,}_{520}{}^{m}$ (30′ 4″) und $9{,}_{468}{}^{m}$ (30′ 2″) lichter normaler Weite, welche so vertheilt sind, daſs die Drehbrücken in der Mitte liegen.

Die Potsdamer Brücke ist jedoch schräge und zwar unter einem Winkel von 60 Grad zwischen der Mittelaxe der Pfeiler, welche der Stromrichtung annähernd entspricht, und der Längsaxe der Brücke angelegt, während die Brücke bei Werder die dort seeartig ausgebildete Havel mit einer rechtwinkligen Brücke zwischen längeren Dämmen übersetzt.

Wegen des überall moorigen Untergrundes sind beide Brücken auf Pfahlrosten zwischen Spundwänden fundirt. Die Pfeiler sind aus Ziegeln mit Rothmörtel erbaut, welcher eine groſse Festigkeit erlangt hat.

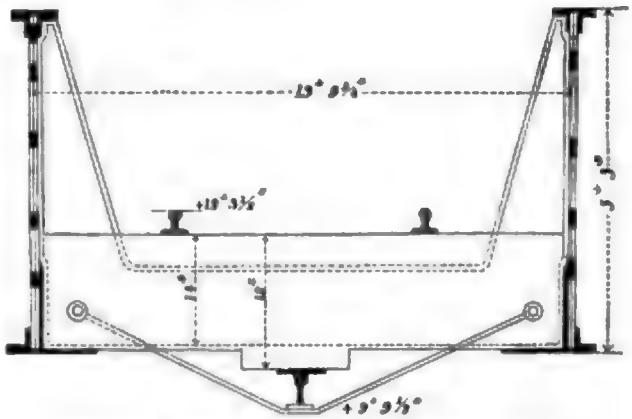
Unter- und Ueberbau waren nur für ein Geleise hergestellt und war der Ueberbau wegen der geringen disponiblen Höhe und der nöthigen Schiffsdurchlässe aus Eisen construirt.

Der alte Ueberbau der Werder-Brücke bestand in den fest überbrückten Theilen aus einer Hängewerks-Construction von gufseisernen Streben und schmiedeeisernen Zugankern, wie solches an einer früheren Stelle bereits beschrieben und gezeichnet ist; der Ueberbau der Potsdamer Brücke sowie der Drehbrücken war dagegen aus Gitterwerk von $1{,}_{700}{}^{m}$ (5′ 5″) Höhe mit gufseisernen oberen Gurtungen und gufseisernen Querverbindungen gefertigt, wobei die Enden der



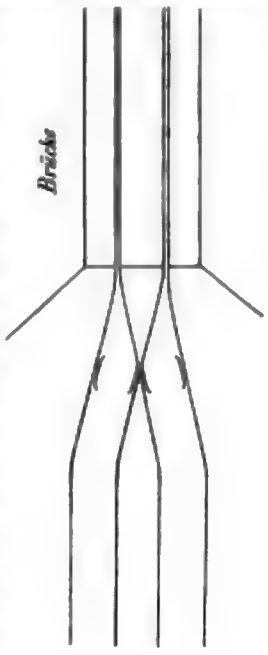
Drehbrücken zur gröſseren Sicherheit und damit die oberen Gurtungen beim Aufdrehen der Brücke nicht mit Zug in Anspruch genommen werden konnten, nach vorstehender Skizze aufgehängt waren.

Die Querverbindungen dienten nur zur Aussteifung und Verbindung der Gitterträger. Die Balken (Querschwellen), auf welchen die Schienen befestigt waren, lagen auf den unteren Gurtungen der Gitterträger auf und wurden auſserdem in der Mitte durch einen niedrigen schmiedeeisernen Längsträger unterstützt, welcher wieder durch Zugstangen an die gufseisernen Querverbindungen gehängt war. Die nachstehende Skizze zeigt die ganze Anordnung der einzelnen Theile.



Wenn diese Constructionen auch den jetzigen Anforderungen und Bedingungen für die Anlage von eisernen Brücken nicht mehr entsprechen, so waren dieselben für die damalige Zeit, als sie erfunden und ausgeführt wurden, doch höchst anerkennungswerthe Leistungen für flache und tief liegende Ueberbrückungen und gehörten mit zu den ersten Eisenconstructionen gröſserer Brücken in Deutschland, bei welchen das Schmiedeeisen zu wesentlicher Mitwirkung gelangte.

Später wurde die Bahn nach und nach überall zweigeleisig ausgeführt und bildeten die beiden eingeleisigen Havel-Uebergänge mit ihren Weichen zu beiden Seiten groſse Hindernisse und sehr gefährliche Punkte für die Präcision und die Sicherheit des Betriebes. Dies fiel bei der in unmittelbarer Nähe des Bahnhofs Potsdam befindlichen Brücke noch weniger schwer in das Gewicht, als bei der Werder-Brücke, da die Schnell- und Courirzüge sowie die Verbands-Güterzüge wohl in Potsdam, nicht aber auf der kleinen Station Werder hielten, das Bestreben daher vorlag, dieselbe möglichst schnell zu passiren.



Nachdem an der Werder-Brücke eine Entgleisung in Folge des Fahrens gegen die Weichenspitze vorgekommen war, versuchte man eine gröſsere Sicherheit durch Beseitigung der Weiche und Anlage einer Geleise-Verschlingung nach beistehender Skizze herzustellen, wobei unter einfacher Anwendung eines symmetrischen Herzstücks die Schienen der beiden Geleise dicht aneinander gelegt wurden. Es war hierdurch zwar die Gefahr der Weichen glücklich und mit Erfolg beseitigt, doch blieb die Gefahr der Kreuzungen, welche bei dem sich stets stei-

Digitized by Google

gernden Verkehr und der Vermehrung der Züge endlich zu dem Entschlufs führte, die Werder-Brücke (i. J. 1866) und die Potsdamer Brücke (i. J. 1873) umzubauen und zweigeleisig herzustellen.

2. Beschreibung der neuen Brücken.

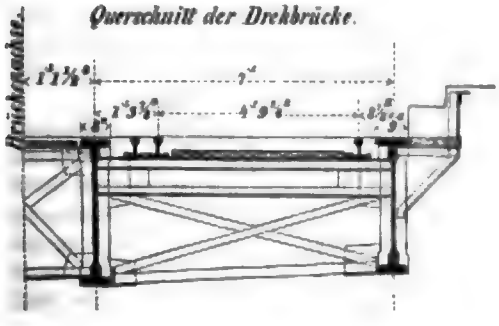
Bei der Aufstellung der Projecte für diese Umbauten traten als besondere Schwierigkeiten die Kürze der nur für eingeleisigen Ueberbau angelegten Pfeiler und die tiefe Lage der Brücken entgegen. Die gewöhnlichen Strompfeiler und die Landpfeiler hatten zwischen den Vorköpfen nur eine Länge von $4{,}71^{m}$ (15′) bei der Werder-Brücke, und von $6{,}94^{m}$ (19′ 3″) bei der schrägen Potsdamer Brücke, mit einer Stärke von $2{,}511^{m}$ resp. $1{,}883^{m}$ (8′ resp. 6′) und einschliefslich der halbrunden Vorköpfe eine Länge von $7{,}219^{m}$ (23′) bei der Werderbrücke und von $7{,}924^{m}$ (25′ 3″) bei der Potsdamer Brücke.

Die Drehpfeiler besafsen einen Durchmesser von nur $5{,}969^{m}$ (18′). Eine Verlängerung der erstgenannten Pfeiler und eine Vergröfserung des Drehpfeilers war bei der Art ihrer Fundirung und dem sehr moorigen und bis auf grofse Tiefen untragfähigen Baugrund kaum ausführbar, abgesehen davon, dafs eine Verengung der Durchfahrtsöffnungen durch Vergröfserung des Drehpfeilers als unzulässig erschien.

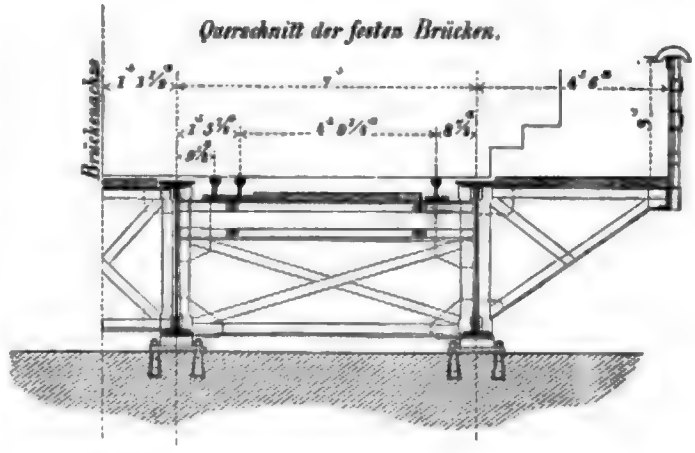
Es mufsten daher solche Constructionen gewählt werden, welche ganz unter der Fahrbahn lagen, ein Zusammenrücken der Geleise bis auf das zulässig kleinste Maafs von 11′ von Mitte zu Mitte gestatteten und auf dem vorhandenen Drehpfeiler, sowie auf den übrigen Pfeilern unter geringer Zuhilfenahme der Vorköpfe noch Platz fanden. Blechträger-Constructionen mit Lage der Träger soweit als möglich unmittelbar unter den Geleisen erschienen hierzu am geeignetsten.

Bei der Werder-Brücke lag die Schienen-Oberkante auf $4{,}538^{m}$ (14′ $5\frac{1}{2}$″) am Pegel zu Werder, das Hochwasser auf $2{,}302^{m}$ (7′ 4″), das Mittelwasser auf $0{,}492^{m}$ (3′), die Unterkante der festen Brücken-Construction auf $2{,}877^{m}$ (9′ 2″), die Unterkante der Drehbrücke auf $3{,}671^{m}$ (11′ $8\frac{3}{8}$″). Es wurde die Senkung der Unterkante der neuen festen Brücke bis auf $2{,}765^{m}$ (8′ $9\frac{11}{16}$″), also um $0{,}113^{m}$ ($4\frac{5}{16}$″) und der neuen Drehbrücke bis auf $2{,}936^{m}$ (9′ $4\frac{1}{4}$″), also um $0{,}735^{m}$ (2′ $4\frac{1}{8}$″) für zulässig erachtet und war somit die Anwendung von Blechträgern mit übergelegten Querbalken unter Festhaltung der Lage der Schienenoberkante noch möglich. Die Construction des Ueberbaues geht aus nachstehenden Skizzen sowohl für die festen Brücken, als für die Drehbrücke hervor.

Querschnitt der Drehbrücke.



Querschnitt der festen Brücken.



Bei der Potsdamer Brücke lag die Schienenoberkante auf $3{,}858^{m}$ (12′ $3\frac{1}{2}$″) am Havel-Pegel zu Potsdam, das Hochwasser auf $2{,}406^{m}$ (7′ 8″), das Mittelwasser auf $1{,}020^{m}$ (3′ 3″), die Unterkante der alten Construction der festen Brücken auf $3{,}078^{m}$ (9′ $9\frac{1}{2}$″), die Unterkante der alten Drehbrücke auf $3{,}306^{m}$ (10′ $6\frac{3}{8}$″). Wegen der ohnehin schon tiefen Lage der Brücke und wegen des lebhaften Verkehrs mit kleineren Kähnen, welche die Brücke gewöhnlich unter den festen Jochen und ohne das Oeffnen der Drehbrücke abzuwarten, passiren, wurde eine tiefere Lage der Brückenconstruction nicht als zulässig erachtet. Da jedoch die bis zur Schienenoberkante disponible Höhe von $0{,}785^{m}$ (2′ 6″) für die Brücken-Construction nicht genügte, auch der Mechanismus der Drehbrücke bei seiner erforderlichen erheblich tieferen Lage circa $0{,}314^{m}$ (1′) unter Hochwasser gekommen wäre, erschien es nothwendig, die Schienenoberkante der neuen Brücke um ca. $0{,}314^{m}$ (1′) höher zu legen als diejenige der alten Brücke lag. Um hierdurch keine Störung beim Umbau selbst zu erleiden, wurde zunächst die Fahrbahn der alten Brücke durch Aufbringung interimistischer Balken um 1 Fufs gehoben und das anschliefsende Geleise in Rampen mit Steigung von 1 : 300 ($\frac{1}{3}$ %) aufgestopft.

Die Construction des festen Ueberbaues der neuen Brücke besteht unter Berücksichtigung der geschilderten Verhältnisse im Wesentlichen für jedes Geleise aus 2 Blechträgern. Die Lage dieser Träger ist dadurch bedingt, dafs während des Umbaues der Brücke vorerst ein provisorisches Mittelgeleis auf derselben bis zur Fertigstellung des gesammten Oberbaues erhalten werden mufste. Da nun Schienenoberkante und Oberkante der Träger bündig liegen, so mufsten die innen liegenden Träger so weit nach der Mitte gerückt werden, dafs die Schienenstränge des Mittelgeleises Platz fanden, während die äufseren Träger, um noch sichere Auflager auf den alten Pfeilern zu erhalten, nicht über $5{,}418^{m}$ (17′ 3″) von einander entfernt aufzustellen waren. Dadurch haben die definitiven Geleise eine unsymmetrische Lage zu den Hauptträgern erhalten, und beträgt der Abstand der äufseren Schiene von Mitte Aufsenträger $0{,}228^{m}$ ($8\frac{3}{8}$″), der inneren Schiene von Mitte Innenträger $0{,}468^{m}$ (1′ $5\frac{7}{8}$″), der Abstand beider Träger aber $1{,}231^{m}$ (7′).

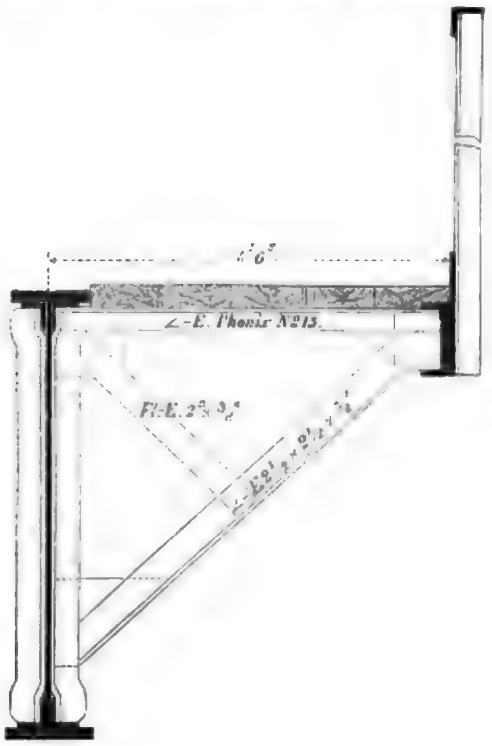
Die Träger bestehen aus einem $1^{mm} = \frac{3}{8}$ Zoll starken Vertikalblech und 2 Gurtungen, welche in der Mitte aus

Digitized by Google

2 Platten à $235 \cdot 10^{mm} = 9'' \cdot {}^{5}/_{8}''$, einer eben solchen à $235 \cdot 13^{mm} = 9'' \cdot {}^{1}/_{2}''$ und 2 Winkeleisen à $78 \cdot 78 \cdot 13^{mm} = 3'' \cdot 3'' \cdot {}^{1}/_{2}''$ gebildet werden. Die geringe Entfernung der Schienenstränge von den Hauptträgern verbietet, obgleich hierzu ausreichende Höhe vorhanden ist, die Anwendung von Holzschwellen zur Unterstützung des Geleises. Es wurden deshalb Querträger von $0{,}274^{m} = 10^{1}/_{2}''$ Höhe, welche als Blechträger mit $1^{mm} = {}^{3}/_{8}''$ starkem Wandblech und 2 Gurtungen aus je 2 Winkeleisen à $65 \cdot 10^{mm} = 2^{1}/_{2}'' \cdot {}^{3}/_{8}''$ construirt sind, in Entfernungen von $0{,}941^{m} = 3'$ zwischen die Hauptträger gespannt, und die Schienen der Bahn auf denselben mit Anwendung von Unterlagsplatten direct befestigt.

Diese Querträger liegen in der Mitte der Oeffnung senkrecht zur Geleisrichtung, in der Nähe der Auflager dagegen schief, so dafs die äufsersten entsprechend der Lage der Auflager den Pfeileraxen nahezu parallel gerichtet sind.

Der Horizontalverband der Brücke ist zwischen je 2 Trägern eines Geleises angebracht und bildet ein Fachwerk, dessen Theilung 2 Querträgerfelder umfafst; die Vertikalen derselben sind aus 2 Winkeleisen à $65 \cdot 10^{mm} = 2^{1}/_{2}'' \cdot {}^{3}/_{8}''$, die Diagonalen aus Flacheisen von $78 \cdot 10^{mm} = 3'' \cdot {}^{3}/_{8}''$ in den Endfeldern, resp. $65 \cdot 10^{mm} = 2^{1}/_{2}'' \cdot {}^{3}/_{8}''$ in den Mittelfeldern gebildet. Der Anschlufs dieser Theile an die unteren Gurtungen der Hauptträger ist aus den Zeichnungen ersichtlich. Die Aussteifung der vertikalen Blechwand ist durch die zur Befestigung der Querträger und Fufswegconsolen vertikal an die Blechträger genieteten Winkeleisen à $65 \cdot 65 \cdot 10^{mm} = 2^{1}/_{2}'' \cdot 2^{1}/_{2}'' \cdot {}^{3}/_{8}''$ mit ausreichender Sicherheit bewirkt. Behufs Erhaltung der aufrechten Stellung derselben sind je an dem 2ten Querträger in der vertikalen Querschnittsebene Diagonalbänder aus Flacheisen à $78 \cdot 10^{mm} = 3'' \cdot {}^{3}/_{8}''$ angeordnet ,und mittelst Stofsplatten mit den Vertikalsteifen der Hauptträger und mit den Querträgern fest



verbunden. Die dazwischen liegenden Querträger erhalten Eckaussteifungen von $10^{mm} = {}^{3}/_{8}''$ starkem Blech, welche bis zur unteren Gurtung herabreichen. In dieser Weise bildet der Oberbau jedes Geleises ein für sich stabiles Ganzes.

Zur weiteren Sicherung sind diese beiden Theile noch durch Querverbände, welche an jeder zweiten Querträgertheilung durch 2 Rahmen von je 2 Winkeleisen à $65 \cdot 65 \cdot 10^{mm} = 2^{1}/_{2}'' \cdot 2^{1}/_{2}'' \cdot {}^{3}/_{8}''$ und Diagonalbänder aus Flacheisen à $59 \cdot 10^{mm} = 2^{1}/_{4}'' \cdot {}^{3}/_{8}''$ gegenseitig verbunden. Die Fufswege, welche zu beiden Seiten der Geleise anzulegen sind, werden durch Consolen, in Entfernungen von $1{,}883^{m} = 6'$ angebracht, getragen.

Dieselben sind aus einem Rahmen von Dreiecksform gebildet. Der obere horizontale Rahmen besteht aus einem Winkeleisen (Phönix Nr. 15), der untere geneigte aus einem Winkeleisen à $65 \cdot 65 \cdot 10^{mm} = 2^{1}/_{2}'' \cdot 2^{1}/_{2}'' \cdot {}^{3}/_{8}''$, und ist dieser durch ein Flacheisenband à $52 \cdot 10^{mm} = 2'' \cdot {}^{3}/_{8}''$ in der Mitte gefafst und gegen die obere Ecke des Dreiecks abgesteift.

Die äufseren Ecken der Consolen sind durch einen horizontalen Träger von [-Eisen, welcher mit entsprechenden Winkellaschen angenietet ist, gegenseitig verbunden. In der Mitte zwischen zwei Consolen ist zur weiteren Unterstützung des $52^{mm} = 2''$ starken Bohlenbelags der Fufswege noch je ein Winkeleisen à $65 \cdot 10^{mm}$ ($2^{1}/_{2}'' \cdot {}^{3}/_{8}''$) eingesetzt, welches einerseits an den erwähnten [-förmigen Träger, andererseits an die entsprechende Vertikalsteife des Hauptträgers angenietet ist. Das Geländer erhält in je $0{,}784^{m} = 3'$ Entfernung Stiele aus T-Eisen (Phönix Nr. 9), welche an den [-förmigen Trägern mittelst 8^{mm} ($^{5}/_{16}''$) starken Laschen angenietet werden.

Der obere horizontale Rahmen besteht aus einem Winkeleisen à $52 \cdot 52 \cdot 5^{mm} = 2'' \cdot 2'' \cdot {}^{3}/_{16}''$. Derselbe dient zur Befestigung der hölzernen Handleiste, welche durch je 2 Schrauben in jedem Felde angeschraubt wird.

Das als Füllung angewendete Netzwerk ist aus Flacheisen à $39 \cdot 5^{mm}$ ($1^{1}/_{2}'' \cdot {}^{3}/_{16}''$) gebildet und entsprechend an die Rahmstücke befestigt.

Die Hauptträger der Brücke sind auf den Pfeilern vermittelst gufseiserner Unterlagsplatten aufgelagert und zwar abwechselnd auf dem einen Pfeiler an dieselben durch 4 Stiftschrauben befestigt, während sie auf dem andern zunächst mit einer gehobelten Gleitplatte verbunden werden, mit welcher sie auf der gleichfalls gehobelten Lagerfläche der auf dem Pfeiler befestigten Unterlagsplatte den Ausdehnungen und Verkürzungen bei Temperaturwechsel folgen können.

Die Drehbrücke besteht ebenfalls aus 4 Längsträgern von ${}^{3}/_{8}''$ starkem Blech, welche auf der unteren Seite eine parabolische Form der Art erhalten haben, dafs die Höhe der Träger über dem Rollkranz $1{,}907^{m}$ (50″) und am Auflager, also an den Enden der Drehbrücke, $0{,}898^{m}$ (24″) beträgt. Der Rollkranz liegt in Hochwasserhöhe und besitzt einen Durchmesser von $4{,}361^{m}$ ($13' 10^{3}/_{4}''$).

Die untere Rollbahn, wie auch die Laufrollen sind aus bestem Hartgufs, die obere Bahn ist aus Stahl hergestellt. Die Rollen haben $0{,}231^{m}$ (5″) breite conische Laufflächen und sind mit 65^{mm} ($2^{1}/_{2}''$) starken schmiedeeisernen Achsen an einem innerhalb liegenden gitterförmigen Ringe befestigt, welcher aus 2 Winkeleisenrahmen und zwischengenieteten Flacheisenkreuzen gebildet ist und das Abweichen der Rollen

Digitized by Google

von der Bahn verhindern soll. Zu diesem Zweck wird aufserdem jeder Knotenpunkt durch ein nach dem Mittelzapfen gerichtetes Zugeisen von $^5/_8$" Stärke geführt.

Der 157 mm (6") starke Mittelzapfen von Stahl ist in ein auf dem Pfeiler befestigtes Gufsstück von oben eingesetzt. Damit dies möglichst rasch geschehen kann, gestattet das obere Lager, welches an die Brückenträger befestigt ist, kleine Seitenverschiebungen, die durch Keile vermittelt werden. Der Zapfen wird in dem untern Gufsstück durch einen Splint befestigt. Dieses Gufsstück trägt zugleich einen Hals für eine gufseiserne Scheibe, an welche die oben erwähnten Zugeisen des Rollkranzes angreifen. Die obere Rollbahn ist zunächst an einen aus einzelnen Theilen zusammengesetzten ringförmigen Blechträger genietet, dessen Gurtungen aus 2 Winkeleisen à 78 · 78 · 10 mm (3 · 3 · $^3/_8$") und einem 13 mm starken Wandblech bestehen. Derselbe nimmt die volle disponible Höhe von $1{,}_{168}$ m ($44\,^1/_2$") ein und schliefst sich an die 6 mittleren Querträger an. Die letzteren haben $1{,}_{151}$ m (45") resp. $1{,}_{164}$ m ($45\,^1/_2$") Höhe, 13 mm ($^1/_2$") starkes Wandblech und Gurtungen aus je 2 Winkeleisen à 78 · 78 · 13 mm = 3 · 3 · $^1/_2$". An den inneren 2 Hauptträgern laufen die oberen Winkeleisen durch Schlitze, welche aus dem Wandblech der Hauptträger ausgespart sind, ohne Unterbrechung hindurch. Die unteren Winkeleisen sind durch $0{,}_{31}$ m (12") breite, 13 mm ($^1/_2$") starke Gurtplatten, welche unter denen der Hauptträger hinweg gehen, verlascht.

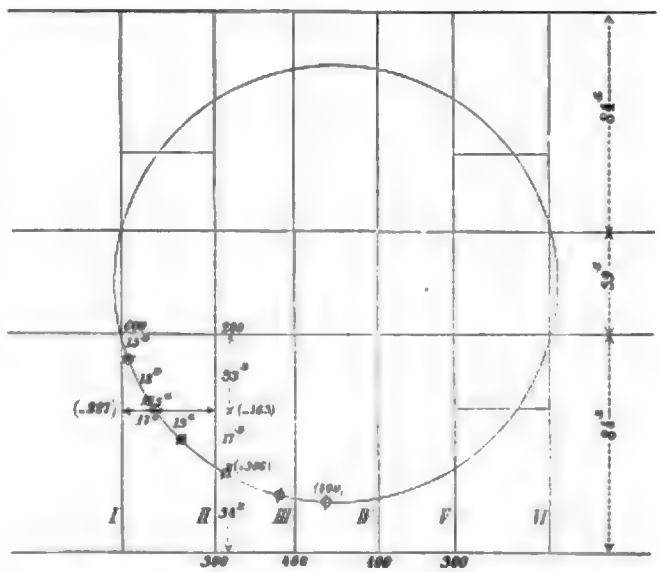
Die Blechwände werden durch Winkeleisen von 78 · 78 · 13 mm (3" · 3" · $^1/_2$") an die Blechwände der Hauptträger angeschlossen. In dieser Weise ist wenigstens annähernd eine Continuität der Querträger erreicht, so dafs die an den Anschlufsstellen auftretenden Momente sicher aufgenommen werden können.

Zwischen den inneren Hauptträgern treten an Stelle des ringförmigen Trägers die mittleren Theile der äufsersten hohen Querträger I u. VI. Da dieselben der Krümmung nicht folgen, so sind zur Vermeidung der Torsion durch den einseitig wirkenden Druck der Laufrollen Gufsstücke als Aussteifungen der Wände angeschraubt, welche bei der Ausführung genau an die Gurtungen der Querträger angepafst und mit den Blechwänden solide verschraubt wurden.

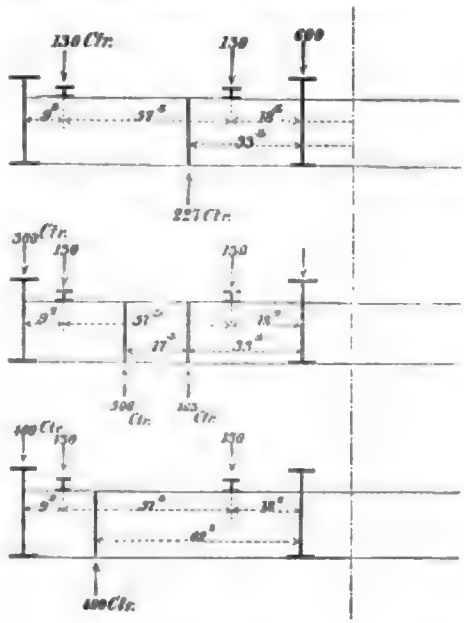
Der Zahnkranz zum Aufdrehen der Brücke liegt am Rande des Pfeilers auf einer von Gufseisen aufgesetzten Umrahmung, welche das bei Hochwasser etwa antreibende Eis etc. von dem Rollkranz abhält. Das auf den Pfeiler fallende Tagewasser sammelt sich in einer Rinne innerhalb der Laufbahn, unter welcher es durch einzelne offen gelassene Schlitze abfliefsen kann.

Eine genaue Berechnung der Querträger war nicht wohl ausführbar, da die Gröfse der Auflagerreactionen für die Hauptträger von den Durchbiegungen der Querträger abhängig ist. Es blieb also zur Prüfung der Stärken der Querträger nur der Weg der Schätzung. Der gröfste Auflagerdruck bei voll belasteter Brücke beträgt für die Aufsenträger im Maximum rot. 1400 Ctr., für jeden der beiden Mittelstützpunkte der Innenträger rot. 800 Ctr.

Die Vertheilung dieser Reactionen auf die einzelnen Querträger ist in nachstehender Skizze schätzungsweise angenommen, und ergeben sich hiernach (nach dem Hebelgesetz ausreichend genau) die Belastungen der einzelnen Querträger



und deren gröfste Angriffsmomente an den am meisten gefährdeten Anschlufsstellen an die Hauptträger:



Querträger I.

$M = 227 \cdot 33 - 130\,(18 + 75) = -4599$ Ctr. Zoll,

bei wegfallender directer Belastung durch eine Maschinenachse

$M = 227 \cdot 33 = 7491$ Ctr. Zoll.

Querträger II.

$M = -300 \cdot 84 + 506 \cdot 50 + 163 \cdot 33 - 130\,(18+75)$

$= -6811$ Ctr. Zoll,

ohne directe Locomotivbelastung

$M = -300 \cdot 84 + 506 \cdot 50 + 163 \cdot 33 = 5279$ Ctr. Z.

Querträger III.

$M = 62 \cdot 400 - 84 \cdot 400 - 130\,(18 + 75)$

$= -20890$ Ctr. Zoll,

ohne directe Locomotivbelastung

$M = (62 - 84)\,400 = -8800$ Ctr. Zoll.

Digitized by Google

Die am stärksten belasteten Träger sind demnach die mittlern Querträger III und IV. Es dürfte indefs in dem vorstehend berechneten Moment

$$= -20890 \text{ Ctr. Zoll}$$

das mögliche Maximum sicher erreicht sein.

Die schwächsten Stellen der Querträger sind die Anschlufsstellen an die inneren Hauptträger, weil daselbst eine correcte Verlaschung der Wandbleche nicht ausführbar war. Die durchlaufenden Gurtungen enthalten in den oberen (gezogenen) 2 Winkeleisen à $3 \cdot 3 \cdot \frac{1}{2}$" nach Abzug der Niete

$= \text{netto} \quad 4{,}74 \square''$

in den unteren

1 Horizontalblech $12 \cdot \frac{1}{2}$ . . . $= \text{brutto} \quad 6{,}00 \square''$

somit durchschnittlich $\frac{10{,}74}{2}$

$= 5{,}37 \square''$.

Das von denselben mit Sicherheit aufzunehmende Moment ist demnach annähernd

$= 5{,}37 \cdot 100 \quad 44 = 23628$ Ctr. Zoll.

Zur Befestigung der äufseren Hauptträger an die Querträger dienen 28 Stück 20^{mm} ($\frac{3}{4}$") starke zweischnittige Niete (resp. 32 desgl. einschnittige). Der Querschnitt sämmtlicher Nietlöcherschnitte in dem $\frac{1}{2}$" starken Wandblech der Querträger mifst $28 \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{3}{4} = 10{,}5$ Zoll, so dafs der daselbst wirksame Druck von zusammen 400 Ctr. völlig sicher aufgenommen wird.

In das Zahnkranzsegment greift ein kleines an einer vertikalen Achse befindliches Stirnrad ein. Die Lager dieser vertikalen Achse sind an einen Querträger der Brücke befestigt. Das obere Ende der Achse ist zum Aufsetzen eines Stockschlüssels quadratisch geformt.

Das Aufdrehen der Brücke erfolgt an einem durch das obere Ende dieses Schlüssels gesteckten hölzernen Hebel von 6 Fufs Länge innerhalb durchschnittlich $\frac{1}{2}$ Minute.

Im aufgedrehten Zustand senken sich die freischwebenden Enden der Brückenträger entsprechend den elastischen Spannungen um ein geringes Maafs, welches rechnungsmäfsig bei den äufseren, in diesem Zustand am stärksten belasteten Trägern in maximo $\frac{1}{4}$ Zoll beträgt. Die Einsenkung der mittleren Träger, welche weniger weit frei überstehen, erreichen dieses Maafs nicht völlig. Die Enden der Hauptträger ruhen im geschlossenen Zustand der Brücke mit Schraubenspindeln von 4" äufserem Durchmesser, deren Muttern ein Schraubenrad von $0{,}356^{m}$ (14") Durchmesser tragen, in Pfannen, die auf den Pfeilern befestigt sind. Die Schraubenräder resp. die Muttern der erwähnten Spindeln können durch eine horizontale Achse, auf welche an den entsprechenden Stellen Schrauben ohne Ende aufgesetzt sind, gedreht, die Spindeln also gehoben oder gesenkt werden.

Die horizontale Achse wird von der Mitte aus durch eine Räderübersetzung bewegt, welche von einer vertikalen, mit einem Stockschlüssel und eingesetzten Holzhebel durch 2 Mann zu drehenden Achse aus getrieben werden kann. Die horizontale Schraubenwelle steht an ihren beiden äufseren Enden mit weiterem Zahnräderwerk in Verbindung, durch welches die Signale der Brücke in der bisher üblichen Weise gestellt werden. Die Einstellfalle der Brücke endlich wird, wie bei den übrigen Drehbrücken der Bahn, mit den Armsignalen an den Enden der Brücke durch Drahtzüge in Verbindung gesetzt.

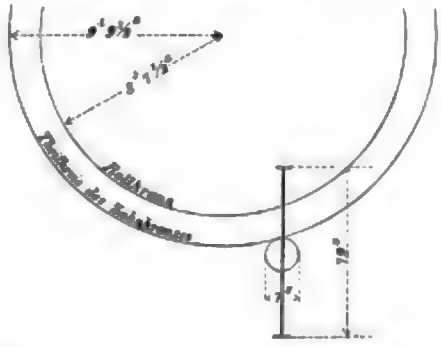
Zu erwähnen bleibt noch, dafs vorläufig von der Anlage von Fufswegen auf die Länge der Drehbrücke Abstand genommen ist, damit hierdurch die Durchfahrtsweite für die Schiffe nicht beschränkt werde. Sollte sich indefs die Nothwendigkeit ihrer Herstellung noch ergeben, so liegt auch dafür noch die Möglichkeit vor, indem alsdann noch mechanische Einrichtungen anzubringen sind, durch welche die Fufswege im ausgeschwenkten Zustand der Brücke eingezogen oder aufgeklappt werden können.

§3. Dreh-Mechanismus.

Im ausgeschwenkten Zustande der Brücke wird auf den Rollkranz ein Gewicht von $3{,}5 \cdot 94 \cdot 4 =$ rot. 1250 Ctr. übertragen, welches auf den Drehrollen von $0{,}405^{m}$ ($15\frac{1}{2}$") Durchmesser mittelst Getriebes fortzubewegen ist.

Bezeichnet P die Kraft am Umfang der Rolle, Q die fortzubewegende Last $= 1250$ Ctr., r den Radius der Laufrollen, $\varphi = \varphi_1 = \frac{1}{40}$ den Reibungscoefficient der wälzenden Reibung, so berechnet sich P durch die Gleichung

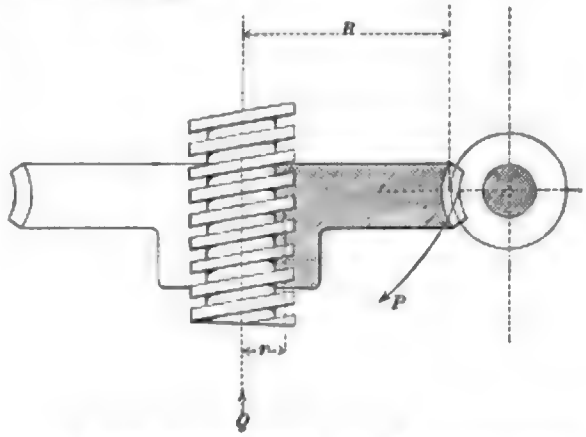
$$P = \frac{\varphi + \varphi_1}{2} \cdot \frac{Q}{r} = \frac{1 \cdot 1250}{40 \cdot 7\frac{3}{4}} = \text{rot. } 4 \text{ Ctr.}$$



Demnach mufs beim Oeffnen und Schliefsen der Brücke am Stockschlüssel von $0{,}914^{m}$ (36") Hebelsarm bei einem Getriebe von 11 Zähnen und 52^{mm} (2") Theilung und einem Theilkreishalbmesser von $R = 92^{mm}$ ($3{,}5$")

$$\text{eine Kraft} = \frac{103{,}5 \cdot 400 \cdot 3{,}5}{117{,}5 \cdot 36} = 34{,}2 \text{ Pfund}$$

wirksam sein. Dies ergiebt beim Aufdrehen für 2 Arbeiter 18 Pfd. pro Mann.



Auf jeder Schraubenspindel der Fixirungsvorrichtung ruht eine Last $Q = 250$ Ctr., die Kraft P, die an jedem

Digitized by Google

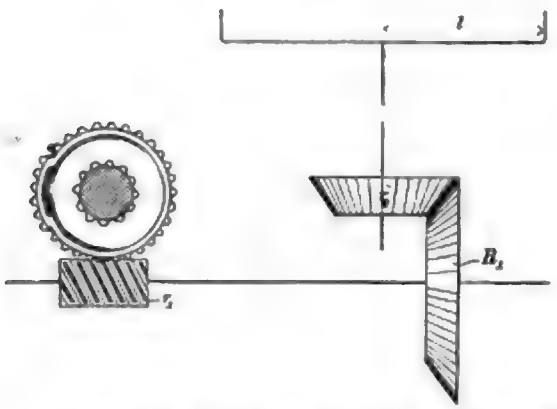
der 4 Schraubenräder anzuwenden ist, um die Hebung des Drehbrückenendes zu bewirken, ist

$$P = \frac{r}{R} \cdot Q \, \frac{\operatorname{tg} \alpha + \varphi}{1 - f \operatorname{tg} \alpha}$$

wenn α den Steigungswinkel der Schraube, $\operatorname{tg} \alpha$ also $= \frac{3}{4 \cdot 11{,}37} = 0{,}066$ bezeichnet, $r = 1{,}81$ den mittleren Radius der Schraube, $R = 7''$ den Radius des Theilkreises des Schneckenrades bezeichnet. Es ist hiernach

$$P = \frac{1{,}81}{7{,}00} \cdot \frac{250}{4} \cdot \frac{0{,}066 + 0{,}19}{1 - 0{,}19 \cdot 0{,}066}$$

$$P = \frac{16{,}27}{4} \text{ Ctr.}$$



Am Hebel ist somit zum Heben eines Brückenendes eine Kraft P_1 erforderlich, und zwar ist

$$P_1 = 4 P \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha_1 + \varphi}{1 - \operatorname{tg} \alpha_1} \cdot \frac{P_1}{R_1} \cdot \frac{r_2}{l} \quad \text{oder}$$

$$P_1 = 16{,}27 \cdot \frac{0{,}0503 \cdot 0{,}19}{1 - 0{,}0503 + 0{,}19} \cdot \frac{2^3/_8}{8} \cdot \frac{3_{/8}}{\frac{36}{2}} = 0{,}24 \text{ Ctr.},$$

mithin wären beim Fixiren der Brücke pro Mann 12 Pfund erforderlich.

Die Zeit der Fixirung würde indefs zu grofs werden, wenn man diesen Mechanismus einfach benutzen wollte. Es ist daher nachträglich noch eine weitere Uebersetzung durch 2 Stirnräder eingeschaltet, wonach jeder Arbeiter mit der 3fachen Kraft, also $3 \times 12 = 36$ Pfd. zu arbeiten hat, die Hebung von $^1/_4''$ aber in 3fach kürzerer Zeit, also in $^{30}/_3 = 7$ Umdrehungen bewirkt wird. Für das Ausheben sämmtlicher Schrauben, welche während des Betriebes nicht gleich hoch liegen bleiben, und doch mit allen Schraubenenden über die Pfannenräder hinweg gehoben werden müssen, werden hiernach 14 bis 20 Umdrehungen erforderlich. Das Fixiren der beiden Brückenenden wird somit in ca. 2 Minuten durch 2 Mann bewirkt.

Ursprünglich war die Anbringung der Fixirvorrichtungen an dem Auflagerpfeiler gedacht. Später wurde es jedoch vorgezogen, den Mechanismus an den Enden der Drehbrücke selbst zu befestigen, um so die Möglichkeit zu gewinnen, die Brücke auch im ausgeschwenkten Zustande auf einem leichten, im Strome aufzustellenden Holzbock zu fixiren und durch die gewährte Unterstützung nachtheilige Biegungen zu vermeiden.

4. Beschreibung des Verfahrens bei dem Umbau.

Für die Ausführung des Umbaues der beiden Havel-Brücken waren als wesentlichste Bedingungen gegeben: Vermeidung jeder Störung des lebhaften Eisenbahn-Betriebes und Fernhaltung eines jeden Hindernisses für den sehr regen Schifffahrts-Verkehr auf der Havel.

Da die Beseitigung des alten Rollkranzes der Drehbrücke, der Abbruch eines Theils des Mauerwerks, die Senkung der Auflagerflächen, die Versetzung und Einmauerung neuer Quadern, die Aufbringung des neuen Rollkranzes und die Montirung des Mechanismus für die Drehung der Brücke unter allen Umständen eine länger währende Absteifung und Feststellung der Drehbrücke bedingte, während welcher Zeit ein Aufdrehen derselben und Durchlassen der Schiffe unmöglich war, so wurde von der Königlichen Regierung zu Potsdam bestimmt, dafs diese Arbeiten nur während der Monate Januar und Februar, in welcher Zeit die Schifffahrt ohnehin geschlossen ist, ausgeführt werden durften.

Es trat nun die Frage heran, welche Methode für den Umbau und namentlich für die Auswechselung der Eisenconstructionen die zweckmäfsigste und für die Erfüllung der oben genannten Bedingungen die sicherste sei, selbst wenn diese Sicherheit durch Aufwendung erheblicher Kosten gewonnen werden sollte.

Die Anwendung hölzerner Interims-Brücken wurde nach der ersten überschläglichen Berechnung als viel zu kostspielig und zeitraubend verworfen, zumal da die Herstellung des Schiffsdurchlasses in denselben auf grofse Schwierigkeiten stiefs.

Die Anwendung von Schiffsgefäfsen zur Aufnahme und Einfahrung der neuen Construction, sowie Ausfahrung der alten Brücken ergab sich zwar als das billigste Mittel, die Fabrik, welche die Lieferung und Montirung der Werder-Brücke übernommen hatte, weigerte sich aber einerseits, auf den bei heftigen Winden sehr bewegten grofsen Wasserflächen die allen Schwankungen ausgesetzten Schiffsgefäfse zur Montirung zu benutzen, andererseits erschien das für einen Neubau unbedenkliche Einfahren der Constructionen etc. bei einem Umbau nicht so absolut sicher, dafs Störungen des Eisenbahnbetriebes unbedingt vermieden werden konnten, auch hatten einzelne Oeffnungen zu wenig Wassertiefe und waren andere bei der Potsdamer Brücke sogar vollständig verlandet, so dafs Schiffsgefäfse ohne erhebliche Erdarbeiten und Baggerungen nicht hinein gelangen konnten, endlich war für den Umbau der Drehbrücken aus vorgedachten Gründen nur die Winterzeit gestattet, in welcher Eisbildungen etc. leicht sehr hinderlich werden konnten. Es wurde daher auch diese Methode, unerachtet ihrer Billigkeit, nach reiflicher Erwägung verworfen und die Anwendung fester Rüstungen beschlossen.

Für die Werder-Brücke ist die Ausführung des Umbaues auf diesen Rüstungen in Nr. 48 der deutschen Bauzeitung, Jahrg. 1873, bereits näher beschrieben.

Bei der Potsdamer Brücke ist ganz ähnlich verfahren. Auch hier sind zu beiden Seiten der Brücke Pfähle eingerammt, welche Schienenbahnen parallel zu den Pfeiler-Richtungen tragen. Auf diesen Schienenbahnen sind zur einen Seite kleine Wagen gestellt, welche die zuerst auf Rüstungen montirten neuen Brücken-Constructionen mittelst Winden aufnehmen. Andere Wagen wurden unter die alten, bis dahin auf die Pfeiler abgesteiften und von ihren Auflagern

Digitized by Google

bereits befreiten Brücken gefahren; alsdann sind diese Brücken ebenfalls durch Winden gehoben, auf die Wagen gestützt und zwischen 2 Zügen auf den Schienengeleisen ausgefahren, während die neuen Brücken ihnen unmittelbar folgend eingefahren und auf die vorher hergestellten neuen Auflager herabgelassen wurden, so dafs der folgende Zug bereits über die neuen Constructionen auf dem an die noch vorhandenen alten eingeleisigen Brücken sich anschliefsenden provisorischen Mittelgeleise passiren konnte.

Die Auswechselung der Brücken-Constructionen erfolgte einzeln für jede Oeffnung unter Anwendung derselben Hilfsmittel und ergaben sich die getroffenen Einrichtungen als durchaus zuverlässig.

Am schwierigsten war natürlich die Auswechselung der Drehbrücken, welche über 2 Oeffnungen reichten und bei dem Herablassen der neuen Constructionen noch mancher Nachhilfe in der Montage bedurften, so dafs hier das Umsteigen der Passagiere bei einem der rasch sich folgenden Personenzüge sich nicht vermeiden liefs. Da jedoch alles hierzu vorbereitet war, so ist ein gröfserer Zeitverlust nicht entstanden. Nachdem sämmtliche neue Brücken-Constructionen eingefahren waren, sind die zwei definitiven Geleise verlegt, die provisorischen Mittelgeleise entfernt und die beiden ersteren mit den Bahngeleisen in Verbindung gebracht und dem Betriebe übergeben worden.

5. Projectirung, Bauleitung und Kosten.

Die Werder-Brücke und das Verfahren bei dem Umbau ist von dem Abtheilungs-Baumeister Schucht projectirt und berechnet, auch die Ausführung derselben sowie der Umbau der Potsdamer Brücke von ihm und dem Bauführer Neuenfeldt geleitet. Die Potsdamer Brücke ist von dem Ober-Ingenieur Schmid projectirt, berechnet und auch in der Montage beaufsichtigt.

Die Gewichte der Brücken sind folgende:

1. Ein festes Joch der Werder-Brücke enthält:
   350 Ctr. Walzeisen und Schmiedeeisen,
   15 - Gufseisen.
2. Die Drehbrücke daselbst:
   970 Ctr. Walzeisen, Gufseisen, Schmiedeeisen, Stahl, Rothgufs.
3. Ein festes Joch der Potsdamer Brücke:
   $534_{,50}$ Ctr. Walzeisen,
   $11_{,36}$ - Gufseisen,
   $8_{,04}$ - Schmiedeeisen.
4. Die Drehbrücke daselbst:
   1361 Ctr. Walzeisen,
   260 - Gufseisen,
   34 - Schmiedeeisen,
   13 - Stahl,
   $0_{,5}$ - Rothgufs.

Die aufgewendeten Kosten haben betragen:

1. Bei der Werder-Brücke incl. Montage:

a)	für den eisernen Ueberbau	26243 Thlr.
b)	für die Brückenbalken und Belag	1854 -
c)	für die Gerüste	5367 -
d)	für Wagen, Winden und andere Hilfsmittel	675 -
e)	für Abbruch und Wiederherstellung von Mauerwerk, Cement, Quadern etc. . . .	6385 -
f)	für Geleiseumlegungen und Bauleitung, Wächterlöhne, Schuppen etc.	1705 -
	in Summa . .	42229 Thlr.

2. Bei der Potsdamer Brücke:

a)	für den eisernen Ueberbau	52530 Thlr
b)	für die Brückenbalken und Belag . . .	3304 -
c)	für die Gerüste	9504 -
d)	für Wagen, Winden und andere Hilfsmittel	1706 -
e)	für Abbruch und Wiederherstellung von Mauerwerk, Cement, Quadern etc. . . .	8534 -
f)	für Geleiseumlegungen und Bauleitung, Wächterlöhne, Schuppen etc.	1265 -
	in Summa . .	76843 Thlr.

L. Quassowski.

Canalisation der Mosel von Arnaville bis Metz.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 39 bis 42 im Atlas und auf Blatt A bis D im Text.)

Zu den bedeutendsten Bauausführungen, welche die deutsche Civilverwaltung alsbald nach der Occupation von Metz in Lothringen angetroffen, zählt die sogenannte Mosel-Canalisation. Auch sie war, wie überhaupt das ganze Bauwesen, durch die Kriegsereignisse des Jahres 1870 völlig ins Stocken gerathen, und es trat somit an die, in die nunmehrigen Reichslande entsendeten Baubeamten zunächst die Aufgabe heran, den gesammten Dienst, dessen Fortführung die französischen Departements- und Staatsbeamten verweigerten, wieder neu in Flufs zu bringen. Für den Stadt- und Land-Kreis Metz fiel diese Aufgabe in Bezug auf die bautechnischen, nach französischer Organisation getrennten Dienstzweige des Wasser-, Wege- und Hoch-Baues dem Verfasser zu, welcher Anfangs des Jahres 1871 seine Thätigkeit damit begann, die ganz bedeutenden Bestände an Acten, Zeichnungen, Geräthen, Utensilien und Materialien von den betreffenden französischen Beamten zu übernehmen und demnächst die Verwaltung soweit zu organisiren, als zur Fortführung der Geschäfte, zur Beseitigung der Kriegsschäden und zur Erhaltung der ausgeführten Bauwerke erforderlich war.

Bei Ordnung der Archivalien wurde auch das, auf die Moselcanalisation bezügliche, von dem Ingénieur en chef Frécot und dem Ingénieur ordinaire Dérome aufgestellte Project vorgefunden, leider aber in unvollständigem Zustande, indem ein grofser Theil der Specialprojecte zu den Kunstbauten, wie Schleusen, Wehre, Brücken etc., sowie sämmtliche Bauzeichnungen, Nivellements und Querprofile fehlten. Nachdem dieserhalb wiederholte Reclamationen vergeblich angestrengt worden waren, mufste die detaillirte Durcharbeitung des Canalisationsprojects und die Aufstellung aller fehlenden Entwürfe und Zeichnungen durch den Verfasser mit

Digitized by Google

Hilfe eines zahlreich engagirten technischen Personals bewirkt werden. Dieserhalb sowohl, als auch wegen der damals noch ungelösten Frage, ob die zur französischen Zeit bezüglich der Herstellung der Canalisationsarbeiten für die Strecke von der jetzigen französisch-deutschen Reichsgrenze bei Arnaville bis Metz bereits abgeschlossenen Entreprise-Verträge von den betreffenden Unternehmern fortgesetzt werden würden, konnte die Bauausführung selbst nicht sofort in gröfserem Umfange wieder aufgenommen werden, die Bauverwaltung griff aber alsbald dort ein, wo die Sicherung des schon Bestehenden weitere Bauausführungen nothwendig machte, benutzte auch diese Uebergangszeit zu einem Studium der auf die Canalisation bezüglichen Verhältnisse und zu Verhandlungen mit den Bau-Unternehmern.

Im Allgemeinen war der Stand der Moselcanalisation nach erfolgter Landes-Occupation der folgende:

Die für die Strecke von Frouard bis Diedenhofen auf eine Länge des Moselstromes von 92 Km in Aussicht genommene, etwa zur Hälfte bereits ausgeführte Moselcanalisation war im Jahre 1867 begonnen und dadurch das bis dahin behufs Herstellung einer schiffbaren Wasserstrafse angewendete resp. in Betracht gezogene System vollständig aufgegeben worden.

Thatsächlich hatte sich die innerhalb der Jahre 1835 bis 1860 unternommene Regulirung der Mosel (amélioration) von Frouard bis zur preufsischen Grenze bei Sierck nicht bewährt. Es waren nämlich nur auf den zur Zeit der Bauausführung in der Mosel vorhandenen Kies- und Sandschwellen (hauts fonds) Parallelwerke erbaut, welche oberhalb mittelst Curven an die Ufer anschliefsen, unterhalb aber im Strome endigen. Die hierdurch herbeigeführte erhebliche Einengung des Profils bis auf 25 Meter, d. i. etwa $^1/_4$ des natürlichen Strombetts zur Zeit der niedrigen Sommerwasserstände, hatte zwar die Herstellung einer angemessenen Fahrrinne zur Folge, deren Wassertiefe nach beendeter Regulirung auf $0{,}_{80}$ bis $0{,}_{90}$ m beim étiage (der zur Zeit der Aufnahme des Strom-Nivellements bekannte kleinste Wasserstand, auf welchem alle späteren französischen Projecte basiren, auch wenn nachträglich noch niedrigere Wasserstände eintreten) angegeben wird, welche aber bei der Eigenschaft der Mosel als Kies und Sand führender Strom durchweg nicht lange erhalten werden konnte, da sich die innerhalb der Parallelwerke fortgetriebenen Kies- und Sandmassen nunmehr naturgemäfs ober- und unterhalb der eingeschränkten Stromstrecken ablagern und dann dort die der Schifffahrt hinderlichen Untiefen bilden mufsten. Eine Verlängerung der Parallelbauten, welche, um wirksam zu sein, den Anschlufs an die benachbarten Werke hätte herstellen müssen, wurde jedoch wegen der bedeutenden Kosten und der anderweitigen Nachtheile, mit denen dieses System, bei dem Mangel an sonstigen Verbindungen der Parallelwerke mit den Ufern, behaftet ist, nicht unternommen, vielmehr mit dem Jahre 1860 die weitere derartige Bauausführung und überhaupt die Stromregulirung in dieser Weise ganz aufgegeben, an deren Stelle aber nun das Project aufgestellt, die Mosel von Frouard bis Diedenhofen mittelst Schleusen und beweglicher Wehre (barrages éclusés) zu canalisiren und dadurch die Schifffahrt mit einem Tiefgang der Fahrzeuge von $1{,}_{80}$ m beim étiage auch auf den Kies- und Sandschwellen zu ermöglichen. Demgemäfs sollten 15 mit je einer Schleuse und einem Schiffsdurchlafs (passe navigable) versehene bewegliche Wehre in der Mosel erbaut und hierdurch ihr gesammtes Gefälle von $35{,}_{91}$ m beim étiage überwunden werden.

Die Baukosten wurden in Summa auf $11^1/_2$ Millionen Franken veranschlagt, der Ausführung aber traten bei der demnächst veranstalteten öffentlichen Enquête einzelne Gemeinden, welche aus dem Aufstau des Stromes erhebliche Nachtheile für die Ent- und Bewässerung ihrer Ländereien ableiteten, mit Erfolg entgegen.

Diese Erwägungen führten endlich dahin, der Ausführung zur Herstellung einer schiffbaren Wasserstrafse ein System zu Grunde zu legen, welches sich aus Canalisation und Canalhaltungen (canaux latéraux) zusammensetzt, wonach die Mosel nur streckenweise, wo es die Interessen der Uferbesitzer gestatten, durch Nadelwehre aufgestaut und als Schifffahrtsstrafse benutzt wird, die Verbindung dieser Strecken aber durch seitwärts des Stroms angelegte und von diesem aus gespeiste Canalhaltungen erfolgt.

Die früher angenommene Baukostensumme von $11^1/_2$ Millionen Franken wurde ebenfalls für ausreichend erachtet und durch ein dem Staate Seitens des Mosel-Departements gewährtes Darlehn beschafft, indem der Staat die Verpflichtung übernahm, das Capital mit 4 % zu verzinsen und in 12 Jahresraten zurückzuzahlen. Um aber das Departement, welches diese Anleihe zum Zinsfufs von 5 % contrahirt hatte, zu entlasten, wurde die Zinsdifferenz von 1 % von den bei der Moselcanalisation vorzugsweise betheiligten Industriellen des Mosel- und Meurthe-Departements übernommen und ihnen auch noch die Verpflichtung zur freien unentgeltlichen Hergabe eines Theils ihrer zum Bau erforderlichen Ländereien, sowie zur Anlieferung von Baumaterialien auferlegt.

Die Bauausführung, von dem Eingangs genannten Ingénieur en chef Frécot geleitet, war auf der Strecke von Frouard bis Metz in 10 Unterabtheilungen, sogenannte Loose, zerlegt, von denen Nr. 1 bis incl. 6 im Meurthe-, Nr. 7 bis incl. 10 im Mosel-Departement, dem heutigen Deutsch-Lothringen, belegen sind.

Nach der Landes-Occupation wurden nun die 6 ersten Loose im Wesentlichen beendet angetroffen, während die schon vorgeschrittenen Arbeiten im 7. und 8. Loose (Arnaville-Ars) durch den Krieg unterbrochen, im 9. und 10. Loose (Ars-Metz) jedoch noch nicht begonnen, contractlich aber bereits in Entreprise vergeben worden waren.

Behufs Fortsetzung der Bauausführungen unter deutscher Verwaltung war zunächst der Zustand der durch die Kriegsereignisse sistirten Arbeiten durch specielle Aufnahme der einzelnen Bauobjecte zu fixiren, um auf Grund dieser Vorarbeiten die Abrechnung mit Frankreich und mit den Bauunternehmern bewirken zu können. Inzwischen hatten die Verhandlungen mit den letzteren die Fortsetzung der bestehenden Verträge zur Folge, deren Bedingungen, mit Ausnahme einer in Anbetracht der erheblich gestiegenen Arbeitspreise nothwendig gewordenen Erhöhung um 10 % für alle noch zu bewirkende Leistungen, im Uebrigen aber durchweg beibehalten wurden. Somit konnte Anfangs des Jahres 1872 der Antrag auf Fortsetzung der Moselcanalisation gestellt und nach Genehmigung desselben die Bauthätigkeit in den Loosen 7 bis incl. 10 im ganzen Umfange wieder aufgenommen werden. Die Leitung der gesammten Arbeiten wurde dem Verfasser übertragen und sind durch denselben

Digitized by Google

demnächst auch die Ausführungen auf der Strecke von Arnaville bis Metz im Wesentlichen in so weit beendet worden, dafs die Eröffnung der Schifffahrtsstrafse in Kurzem zu erwarten steht.

Die nachstehende Darstellung behandelt nun die bei der Moselcanalisation auf der genannten Strecke sowohl unter französischer als unter deutscher Verwaltung bis jetzt ausgeführten Bauwerke.

1. Allgemeine Disposition der Schifffahrtsstrafse.

Der auf Bl. A im Text mitgetheilte, von den Eingangs genannten französischen Ingenieuren aufgestellte Situationsplan umfafst die Moselcanalisation nur in demjenigen Theile, welcher im jetzigen Deutschland liegt und zwar von der französisch-deutschen Reichsgrenze bei Arnaville ab bis Metz. Immerhin aber dürften die nachfolgenden kurzen Notizen über die obere französische Strecke zur Orientirung von Interesse sein.

Die Moselcanalisation beginnt in der Nähe von Frouard, $1^1/_2$ Km oberhalb der Einmündung des Meurthe-Flusses in die Mosel, woselbst mittelst eines besonderen, mit 3 Kammerschleusen versehenen Canals (canal de jonction) eine Verbindung mit dem etwa 8 m höher belegenen Rhein-Marne-Canal hergestellt ist. Von dem Punkte, wo der Verbindungscanal in die Mosel einmündet, bis zur Reichsgrenze bei Arnaville beträgt die Länge des Stromlaufs . . $40{,}_{500}$ Km
davon sind jedoch nur . . . . . $5{,}_{050}$ -
möglichst gerade Stromstrecken canalisirt,

der Rest von . . . . . $35{,}_{450}$ Km

aber wird zur Schifffahrt nicht benutzt, indem 4, jene Stromstrecken verbindende Canalhaltungen von im Ganzen $27{,}_{320}$ Km Länge auf dem linken Ufer seitwärts der mit bedeutenden Serpentinen versehenen Mosel ausgeführt worden sind.

Es ergiebt sich hiernach die Länge des Schifffahrtsweges, mit Ausschlufs des vorerwähnten etwa 2 Km langen Verbindungscanals, für die in Rede stehende Strecke —

$$27{,}_{320} + 5{,}_{050} = 32{,}_{370}\ \text{Km}.$$

Die den Canalhaltungen entsprechenden im Strome errichteten vier Nadelwehre liegen bei Custines, Marbache, Dieulouard und Pont à Mousson, von denen diejenigen bei Marbache und Dieulouard mit den daselbst erbauten Moselbrücken verbunden sind. Sechs Kammerschleusen überwinden das gesammte Gefälle von $14{,}_{80}$ m, wobei die kurzen Canalhaltungen eine, die längeren aber zwei Schleusen erhalten haben, und in der längsten, welche sich von Pont à Mousson bis nach Novéant hinzieht, sogar noch eine dritte vorhanden ist. Aufserdem hat jede Canalhaltung am oberen Eingang, also dort, wo sie sich von der Mosel abzweigt, zum Schutz gegen Hochwasser und Eisgang noch je eine Schutzschleuse (écluse degarde). Das Profil der Haltungen zeigt meistens 12 m Sohlenbreite, $1^1/_2$ fache Anlage der Innen- und Aufsenböschungen, einen Haupttreidelweg (chemin de halage) von 4 m Breite, auf der andern Seite einen Nebentreidelweg (contre halage) von 3 m Breite und eine Wassertiefe (mouillage) von mindestens 2 m, welche nach den bestehenden Reglements den Fahrzeugen einen Tiefgang (tirant d'eau) von $1{,}_{80}$ m gestattet.

Den Angaben der französischen Ingenieure gemäfs haben die Baukosten für die $32{,}_{370}$ Km lange Strecke bis zur Reichsgrenze in Summa . . . . . 5200000,$_{000}$ Franks
oder pro Kilometer rot. . . . . 160643,$_{000}$ Franks
resp. pro laufenden Meter . . . . 160,$_{643}$ Franks
betragen.

In Bezug auf die Moselcanalisation auf deutschem Gebiet ist zunächst zu bemerken, dafs die auf dem Situationsplan markirte Grenze zwischen dem Departement der Meurthe und der Mosel auch die jetzige Reichsgrenze bildet, und dafs diese die oben erwähnte lange Canalhaltung durchschneidet. Letztere setzt sich sodann auf eine Länge von $1{,}_{700}$ Km bis Novéant fort und mündet daselbst in die Mosel ein.

Von hier wird das Bett der Mosel als Schifffahrtsstrafse auf eine Länge von $5{,}_{400}$ Km bis oberhalb der in der Vicinalstrafse von Jouy nach Ars belegenen Moselbrücke benutzt, um demnächst mittelst einer nunmehr auf dem rechten Stromufer befindlichen $8{,}_{950}$ Km langen Canalhaltung Metz zu erreichen und sich dort wieder mit dem schiffbaren Arm der Mosel unterhalb der Esplanade zu vereinigen. Aufser dieser durchgehenden Wasserstrafse ist noch der Nebenlauf der Mosel bei Ars und diese selbst bis in die Nähe von Vaux lediglich im Interesse der Industriellen canalisirt, sowie in einem Theile der Festungswerke Metz eine zweite Schifffahrtsstrafse hergestellt, welche in einem grofsen Hafen unweit des Bahnhofes ihren Abschlufs erreicht.

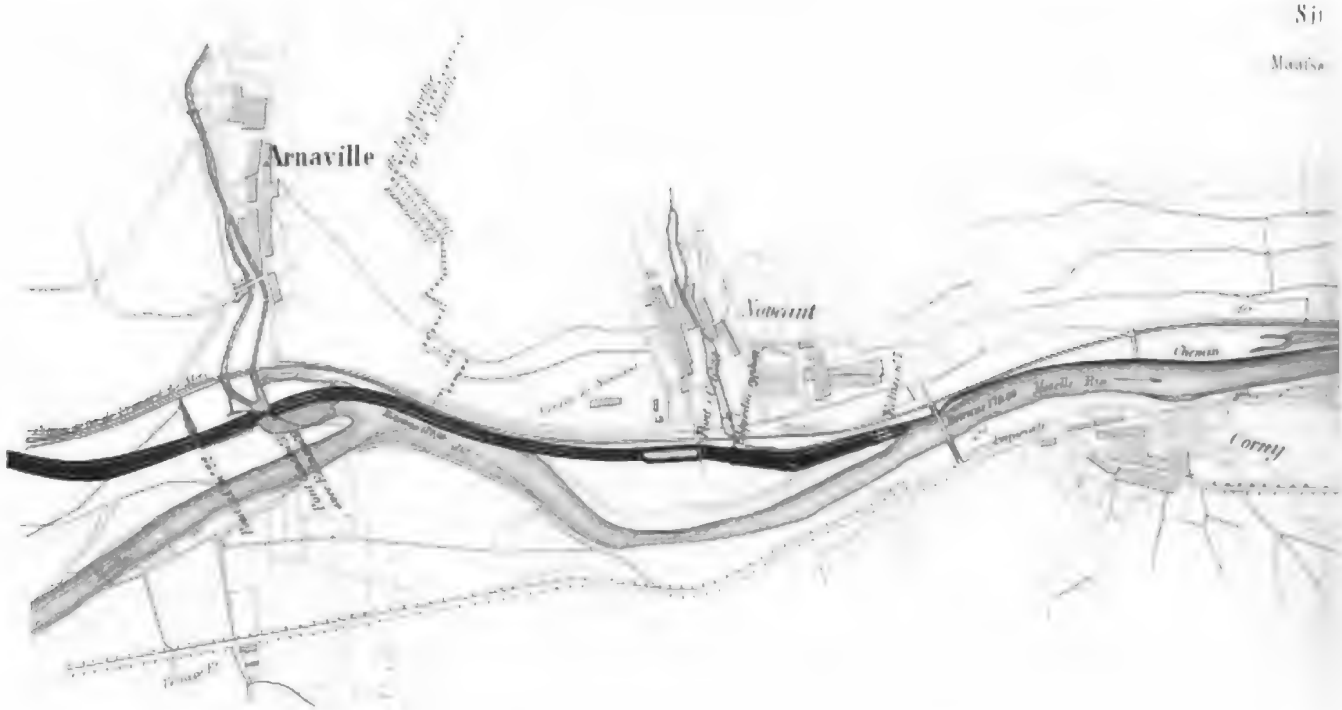
Die gesammte Länge der Wasserstrafsen ist in folgender Tabelle zusammengestellt.

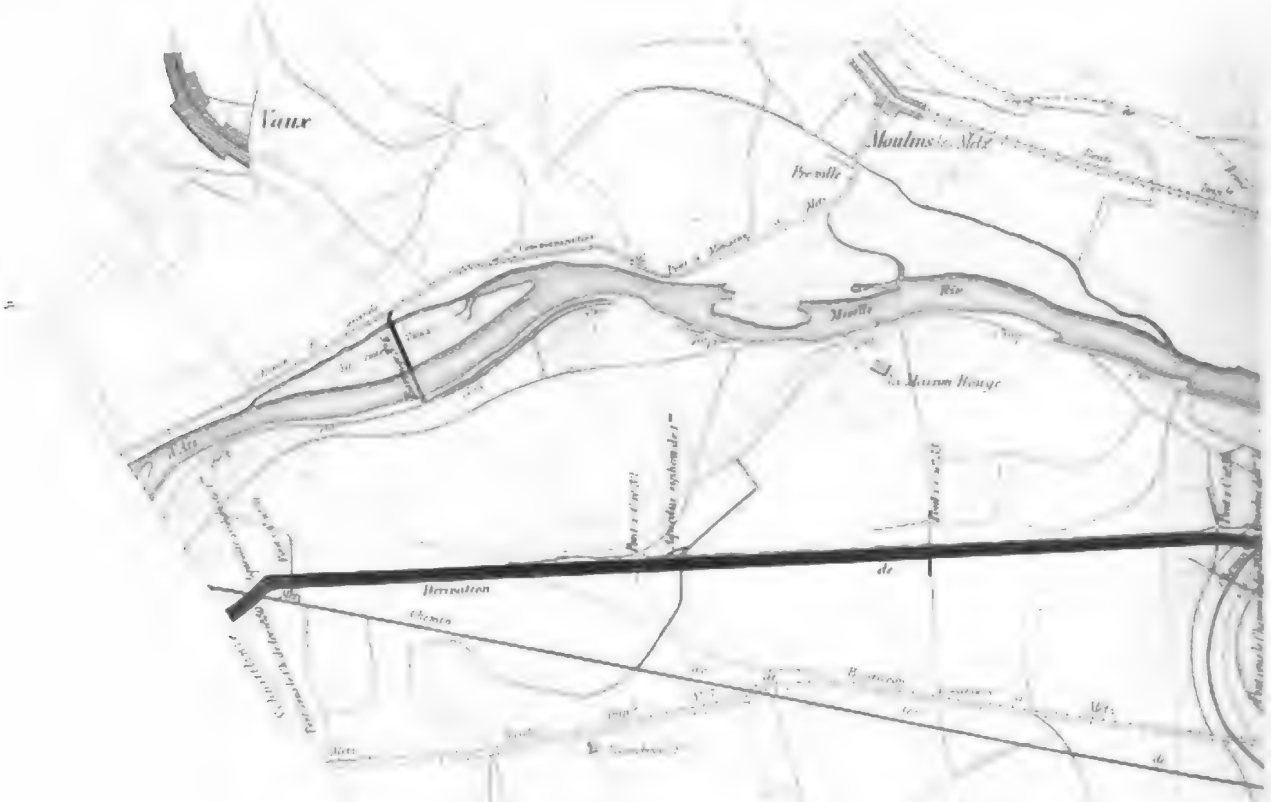
Laufende Nr.	Bezeichnung der einzelnen Strecken.	Länge in Kilometer: im canalisirten Strom	in Canalhaltungen	in Summa Km
	A. Hauptschifffahrtsstrafse.			
1	Von der Reichsgrenze bei Arnaville bis Novéant	—	1,700	—
2	Von Novéant bis Jouy aux Arches	5,450	—	—
3	Von Jouy bis Metz	—	8,950	—
	Summa A.	5,450	10,650	16,100
	B. Nebenstrecken.			
4	Zweigcanal bei Ars von der Schutzschleuse Nr. 5 des Plans bis zum Wehr bei Vaux	4,100	—	—
5	Zweigcanal in den Festungswerken Metz nach dem Bahnhofshafen	—	1,150	—
	Summa B.	4,100	1,150	5,250
	Daher Länge der Wasserstrafsen	9,550	11,800	21,350

In Bezug auf die einzelnen Strecken ist nun im Speciellen zunächst zu erwähnen, dafs die Canalhaltung an der Reichsgrenze wegen des daselbst ansteigenden, zu Erdrutschungen neigenden Terrains des linken Stromufers sowohl, als wegen der schon vorhandenen Verkehrslinien und zwar der Eisenbahn Frouard-Metz und der Chaussee Pont à Mousson-Metz durch die Mosel geführt, diese aber selbst in Folge dessen dort verbreitert werden mufste. Der moselseitige Canaldamm liegt mit seiner Krone noch 1 m über dem bekannten höchsten Wasserstande und ist zum Schutz gegen den heftigen Stromanfall nachträglich noch mit einem starken Steinpflaster bekleidet worden. Im weiteren Lauf zeigt die Haltung einen zu Gunsten der Eisenhüttenwerke Novéant angelegten Hafen und unterhalb desselben die über den Canal führende Brücke Nr. 23. Den Uebergang in die Mosel bei

Digitized by Google

Digitized by Google





Digitized by Google

Plan.

Digitized by Google

Digitized by Google

Novéant vermittelt die Schleuse Nr. 7, deren Oberwasserspiegel bei . . . . . $172{,}_{70}$ m liegt, während die durch das Nadelwehr Ars-Jouy erzeugte Stauhöhe (retenue) in der Mosel die Cote $170{,}_{00}$ m zeigt und sich somit ein Gefälle von . . . . $2{,}_{70}$ m herausstellt.

Hierbei möge bemerkt werden, dafs vorstehende, sowie überhaupt alle im Situationsplan und den übrigen Zeichnungen eingetragene Coten die Höhe über dem mittleren Meeresspiegel bei Havre angeben, ein Festpunkt, auf welchem das über ganz Frankreich ausgedehnte sogenannte Nivellement de France basirt, dessen Resultate in einem im Buchhandel erschienenen Werke mit Karte übersichtlich zusammengestellt sind, welches die zahlreichen durch eiserne Marken sowohl an den Eisenbahnen, Strömen, Canälen und Chausseen, als auch an allen sonst wichtigen Höhepunkten des Landes bezeichneten Festpunkte mittheilt. Diese höchst verdienstvolle Einrichtung hat zur Folge, dafs die Horizontale aller Nivellements und die Höhenlage aller Bauwerke allgemein auf diesen einzigen Festpunkt bezogen werden, wodurch der Techniker nicht nur innerhalb seines engeren Wirkungskreises sehr bald, sondern auch bei Aufstellung gröfserer Projecte ohne Zeitverlust eine sichere Kenntnifs der Höhenlage der in Betracht kommenden Terrains gewinnt.

Die bei Novéant über die Mosel führende, einer französischen Privatgesellschaft gehörende, durch einen Mittelpfeiler unterstützte Hängebrücke liegt mit ihrem Oberbau in solcher Höhe, dafs sie den Schifffahrtsverkehr in keiner Weise behindert. Am linken Landpfeiler ist der Leinpfad placirt, welcher das linke Stromufer bis zu dem unterhalb Ancy sich abzweigenden Mosel-Nebenarm verfolgt, diesen für den durchgehenden Schifffahrtsverkehr vermittelst einer mit der Schutzschleuse Nr. 24 verbundenen Brücke überschreitet und sich dann wieder am linken Ufer der Hauptmosel hinzieht. Trotz der Stauhöhe von $170{,}_{00}$ m haben sich in der Stromstrecke Novéant-Jouy bedeutende Baggerungen zur Herstellung der in der Nähe des linken Ufers belegenen Fahrrinne als nothwendig herausgestellt. Für letztere wurde im angestauten Zustande eine Wassertiefe von $2{,}_{50}$ m, also etwas mehr als in den Canalhaltungen in Aussicht genommen. So lange das Nadelwehr bei Jouy geschlossen ist, wird sich die ausgebaggerte Fahrrinne im Wesentlichen erhalten, da die dann verminderte Geschwindigkeit des Wassers im Stromlauf eine nachtheilige Fortbewegung der im Strom enthaltenen Kies- und Sandmassen nicht hervorzurufen vermag; dennoch werden zur dauernden Erhaltung der für die Schifffahrt erforderlichen Wassertiefe hier alljährlich noch Baggerungen auszuführen sein, um so mehr, als Anschwellungen der Mosel sehr häufig eintreten und sich dann eine erhebliche Geschwindigkeit im Strome zu entwickeln pflegt.

Bei dem seit dem Jahre 1844 bekannten höchsten Wasserstande vom 28. Mai 1872, welcher an der Brücke bei Ars die Höhe von $171{,}_{50}$ m erreichte, ist auf einem Theil der hier in Rede stehenden Stromstrecke für eine Länge von . . . . . 598 m
ein absolutes Gefälle von . . . . . $0{,}_{22}$ m,
eine mittlere Geschwindigkeit von . . $1{,}_{465}$ m
und eine Wassermasse von . . . . . $1052{,}_{00}$ kbm
pro Secunde ermittelt worden. Gehören nun auch derartige Hochwasser zu den Seltenheiten, so lehrt doch die Erfahrung, dafs die jährlich einigemal eintretenden Anschwellungen der Mosel eine Fortbewegung der Kies- und Sandbänke zur Folge haben, wodurch ein theilweises Versanden der Fahrrinne herbeigeführt werden mufs. Schon jeder bedeutendere Regen erzeugt alsbald eine sofortige Anschwellung, da das Flufsgebiet mit seinen zum Theil steilen Abhängen, sowie bei seiner lehmigen und felsigen Bodenbeschaffenheit den gröfsten Theil aller atmosphärischen Niederschläge dem Strome zuführt.

Der Zweigcanal bei Ars wird durch Verschlufs der Schutzschleuse Nr. 5 dem Anfalle des strömenden Wassers entzogen. Zu gleichem Zweck ist auch von dieser Schleuse ab ein Schutzdeich (digue de garantie) zwischen dem Haupt- und Nebenarm der Mosel daselbst erbaut worden, in Folge dessen sich die gesammte Hochwassermasse durch die in der Vicinalstrafse Jouy-Ars befindliche, mit einem Nadelwehr verbundene massiv gewölbte Brücke ergiefsen mufs.

Für den durchgehenden Schiffsverkehr würde die oberhalb dieser Brücke beginnende Canalhaltung Jouy-Metz genügen; die bedeutende Eisenindustrie von Ars hat aber den Ausbau des Nebenarms der Mosel als grofse Hafenanlage und Zweigcanal nothwendig gemacht.

Derselbe durchschneidet die oben genannte Vicinalstrafse, welche ihn mittelst einer zweibogigen massiven Brücke überschreitet, ist in der Nähe seiner Einmündung in die Mosel zur Ueberwindung der Niveaudifferenz beider Wasserspiegel von 2 m (170 — 168) mit einer Schleuse versehen und endigt oberhalb der im Zuge der Eisenbahn Frouard-Metz belegenen Moselbrücke. Um für diesen Einmündungspunkt die erforderliche Wassertiefe zu schaffen und um auch noch einen Theil des Stromlaufs unterhalb der Eisenbahnbrücke als Sommerhafen für die Hüttenbesitzer verwerthen zu können, ist in der Nähe von Vaux das Nadelwehr Nr. 6 erbaut. Verbunden wird dieser Zweigcanal mit der Haupthaltung Jouy-Metz, deren Wasserspiegel bei $170{,}_{00}$ m liegt, durch die Schleuse Nr. 8, welche somit ebenfalls ein Gefälle von 2 m erforderte.

Ganz besondere Schwierigkeiten hat die Entwässerung des Seitenterrains hervorgerufen. Vor Ausführung der Canalisation mündeten die Seitenzuflüsse oberhalb Ars und Jouy ungehindert in die Mosel; der durch das Wehr bis auf $170{,}_{00}$ m angestaute Wasserspiegel aber erhebt sich nunmehr über einen Theil des Seitenterrains, welches zwar durch den bis auf $170{,}_{20}$ m hinaufgeführten Treidelweg eingedeicht, immerhin aber in seiner Entwässerung behindert ist. Um diesen Uebelstand möglichst abzuwenden, ist zunächst der auf dem linken Moselufer vorhandene, zur Entwässerung der Territorien Dornot und Ancy dienende Seitengraben als unterirdischer Canal durch das Fundament der Schutzschleuse Nr. 5, sodann aber als offener Graben neben dem rechtsseitigen Damm des Zweigcanals bis zur Vicinalstrafse Jouy-Ars geführt. Hier erfolgt der Durchgang mittelst eines gewölbten Canals und demnächst die Einmündung des Seitengrabens in die Mosel unterhalb des Wehrs Jouy-Ars. Auf diese Weise konnte für den etwa 3 Km langen Seitengraben das nur sehr mäfsige Gefälle von 2 m oder von $0{,}_{0006}$ pro laufenden Meter erreicht werden.

Auch das rechte Stromufer erforderte eine ähnliche Anlage, indem der bisher bei Jouy direct in die Mosel ein-

Digitized by Google

mündende Bach d'Auché nunmehr nach Durchschreitung der Vicinalstrafse das rechte Ufer neben der Canalhaltung Jouy-Metz auf etwa 1 Km Länge verfolgt, das dortige Seitenwasser mitaufnimmt und sich dann erst unter dem Canal mittelst eines unterirdischen Durchlasses in die Mosel ergiefst.

Unweit dieses Durchlasses erweitert sich der Canal zu einem Hafen und durchschneidet im weiteren Lauf die Eisenbahn Frouard-Metz, indem zur Erlangung eines Winkels von mindestens 120° an der Durchgangsstelle die aus dem Situationsplan ersichtliche doppelte Curve angeordnet werden mufste. Die Haltung setzt sich nunmehr in gerader Richtung bis zur Eisenbahn Metz-Diedenhofen fort. Der Oberbau beider genannten Eisenbahnen ruht auf so hohem Planumskörper, dafs der Canal als Unterführung die Dämme durchschreiten konnte. Von hier ab verfolgt die Haltung bis Montigny das rechte Ufer des sogenannten todten Moselarms (Bras mort de Montigny), durchschreitet denselben und erreicht sodann die Festungswerke Metz in der Nähe des Citadellenthors.

Die bestehenden Seitengräben sind überall unter der Canalsohle in verschiedenartig construirten Durchlässen durchgeführt, während alle wichtigen Communicationswege massive Brücken mit eisernem Oberbau in der erforderlichen Höhe über dem Canal erhalten haben.

Von Jouy bis zu den Festungswerken Metz ist keine Kammerschleuse vorhanden, der gestaute Wasserspiegel zeigt daher durchweg die dem Wehr Jouy-Ars entsprechende Cote von $170{,}_{00}$ m, eine Disposition, welche sowohl durch die Höhenlage des Terrains, als auch durch die Rücksicht bedingt wurde, in der Nähe von Metz eine disponible bedeutende Wasserkraft zu schaffen und diese zur Realisirung des sogenannten Nied-Canals, von dem weiter unten noch die Rede sein wird, zu verwenden. Dagegen sind bei den Festungswerken Metz zwei noch zusammenliegende Schleusen Nr. 9 und Nr. 10 mit einem Gesammtgefälle von $4{,}_{80}$ m angeordnet worden, deren erste die Citadellen-, die zweite aber die Esplanadenschleuse genannt wird.

Zwischen beiden liegt unterhalb der Festungsmauer ein Hafen mit dem Wasserspiegel bei $167{,}_{50}$ m, während der bis zur Cote $165{,}_{20}$ m durch die stromabwärts schon bestehende Schleuse an der Präfectur angestaute Moselarm einen zweiten Hafen bildet. Das Terrain zwischen beiden Hafenanlagen, durch Erdanschüttung angemessen erhöht, soll mit der Stadt Metz durch eine die Festungsmauer an der Esplanade durchbrechende Rampe verbunden und auf diese Weise für die Industrie nutzbar gemacht werden. Hier ist zunächst der Endpunkt der ausgeführten resp. in der Beendigung begriffenen Moselcanalisation, deren Weiterführung nach Diedenhofen nach dem Friedensvertrag mit Frankreich in Aussicht steht, und zwar soll die weitere Wasserstrafse von hier zunächst den schiffbaren Moselarm (Bras navigable) verfolgen, die Ile du Saulcy mittelst einer Canalhaltung durchschneiden und demnächst den durch ein unterhalb Metz zu erbauendes Nadelwehr angestauten Hauptarm der Mosel (Bras non navigable) benutzen, von da ab aber durch theilweise Canalisation des Stromes und Anlage von Canalhaltungen auf dem linken Moselufer Diedenhofen erreichen.

Es erübrigt nun noch des Nebencanals zu gedenken, welcher sich oberhalb der Citadellenschleuse mit der Cote $170{,}_{00}$ m im Wasserspiegel vom Hauptcanal abzweigt, einen Theil der Festungsgräben durchzieht, dieselben in der Nähe des Bahnhofs mit einem Tunnel (Souterrain) durchbricht, die von Porte Serpenvise nach Porte St. Thiébault führende Chaussee kreuzt, im sogenannten Eisenbahnhafen endigt und keine Kammerschleuse erhalten hat.

Der letztgenannte Hafen soll nach Bedürfnifs durch Schienengeleise mit dem Bahnhof verbunden und als Ausgangspunkt für den sogenannten Nied-Canal benutzt werden. Unter dieser Bezeichnung wird die Herstellung einer schiffbaren Verbindung der Mosel mit der Saar durch das Nied-Thal verstanden, eine Verbindung, welche der Eisenindustrie von Lothringen einerseits das Saar-Kohlenbecken auf dem nächsten Wege erschliefsen und andrerseits den Export der Eisenerze des Moselthals nach Deutschland wesentlich begünstigen würde.

Zur Zeit kann ein derartiger Güteraustausch nur durch die Eisenbahn Metz-Saarbrücken oder zu Wasser durch den Saar-Kohlen-, den Rhein-Marne- und demnächst erst durch den Mosel-Canal mit einem Umwege von ca. 120 Km erfolgen, da die Länge der letztgenannten Wasserstrafsen von Louisenthal bis Metz 220 Km beträgt, der gerade Weg des Nied-Canals aber nur ca. 100 Km erfordern würde. Die Schwierigkeit zur Realisirung des letzteren bestand nach Ansicht des Ingénieur en chef Frécot vor Fertigstellung der Moselcanalisation bis Metz in dem Mangel an Wasser zur Speisung der Scheitelhaltung des Nied-Canals, welcher die sich ca. 45 m über der Mosel erhebende Wasserscheide zu überwinden hat und daher etwa 22 Schleusen erfordert, von denen 13 auf dem Abhange nach der Mosel und 9 auf demjenigen nach der Saar zu erbauen sein würden.

Nach Frécot sollte die Mosel, welche bei Jouy selbst beim étiage pro Secunde 15 kbm führt, durch die Canalhaltung Jouy-Metz das erforderliche Wasserquantum liefern, hierdurch aber bei der Niveaudifferenz der Wasserspiegel im Canal und in der Mosel bei Metz von $4{,}_{80}$ m eine Wasserkraft von ca. 600 Pferdekräften frei und diese zur Hebung des für die Speisung der Scheitelhaltung des Nied-Canals vom Moselcanal aus erforderlichen Wasserquantums verwendet werden.

Gegenwärtig wird jedoch der Realisirung des Projects zunächst in der Weise näher getreten, dafs man versucht, das nöthige Speisewasser für die Scheitelhaltung aus atmosphärischen Niederschlägen durch Ansammlung derselben in grofsen Bassins zu gewinnen.

Mit der Moselcanalisation in Verbindung steht endlich noch ein vom Verfasser aufgestelltes und speciell bearbeitetes Project, das Flufsbett der Seille in Metz, welches trotz aller polizeilichen Verbote als offene Kloake benutzt wird, dauernd mit Hilfe des aus dem Moselcanal zu entnehmenden Wassers zu reinigen und die angrenzenden Stadttheile von den zur Sommerszeit unerträglichen und gesundheitsschädlichen Ausdünstungen zu befreien.

Dieser Flufslauf wird sowohl in Folge der an demselben zahlreich vorhandenen privilegirten Gerbereien, als auch durch eine Menge einmündender Aborte, Kloaken und Rinnsteine, sowie endlich durch die sonstigen, aus den angrenzenden Gebäuden herrührenden Wirthschaftsabfälle aller Art in einer solchen Weise verunreinigt, dafs man diesem Uebelstande das öfter erfolgte Auftreten und gefährliche Umsichgreifen von epidemischen Krankheiten zuschreibt. Da nun auch noch

Digitized by Google

einige Mühlen daselbst vorhanden und diese bei dem Wassermangel zur Sommerszeit auf die periodische Ansammlung des Betriebswassers angewiesen sind, wird das Seille-Bett zeitweise völlig trocken gelegt und äufsert dann vorzugsweise seine gesundheitsschädlichen Eigenschaften.

Zur Beseitigung dieser Uebelstände ist nach dem vorerwähnten Project die Herstellung eines grofsen, am Mazellenthore mit Hilfe der Festungsgräben leicht herzustellenden Bassins beabsichtigt, welches vom Moselcanal aus und zwar durch einen bei Porte Serpenvise sich abzweigenden besonderen sogenannten Seille-Spül-Canal oder durch eine ihn ersetzende, in den Festungsgräben anzulegende Rohrleitung gespeist werden soll.

Das sich im Bassin bis zur Cote $170{,}_{00}$ m ansammelnde bedeutende Wasserquantum, dessen Oberfläche ca. $4{,}_{50}$ m über der Seille-Sohle beim Eintritt in die Stadt liegt, würde nach Bedürfnifs wöchentlich zwei- bis dreimal zu je einer zweistündlichen Spülung des Seille-Betts verwendet, hiervon aber bei dem vorhandenen Gefälle und den übrigen localen, in den Details hier nicht zu erörternden Verhältnissen eine Fortführung sämmtlicher abgelagerten Sinkstoffe nach dem Moselstrom unterhalb Metz, sowie eine Abwaschung des Seille-Flufsbetts bis zu seiner abgepflasterten Sohle erwartet werden können.

Aufserdem nimmt das Project noch in Aussicht, der Seille zur Sommerszeit dauernd ein gröfseres Wasserquantum zuzuführen und dadurch gleichzeitig auch die Betriebskraft der vorhandenen Mühlen zu vergröfsern.

Ueber die Ausführung schweben zur Zeit noch Verhandlungen vorzugsweise wegen der von der Stadtgemeinde Metz und den Adjacenten aufzubringenden Baukosten. Da dieselben nicht zu bedeutend sind und die Militairverwaltung, welche bei dieser Frage als Besitzerin zweier Seille-Mühlen speciell und wegen des Gesundheitszustandes der Garnison im Allgemeinen interessirt ist, ihre Zustimmung zur Benutzung der Festungswerke zum fraglichen Zweck im Princip vorbehaltlich aller Details ertheilt hat, so erscheint die Ausführung gesichert.

Schliefslich möge diesen generellen Mittheilungen noch die Bemerkung beigefügt werden, dafs die französische Verwaltung nach beendeter Moselcanalisation auch die Herstellung einer schiffbaren Verbindung der Mosel bei Diedenhofen mit der Maas beabsichtigt hatte.

2. Erd- und Böschungs-Arbeiten.

Das Terrain, in welchem die Canalhaltungen erbaut worden sind, besteht im Allgemeinen in den oberen Schichten aus einem mit fruchtbarer Humusdecke versehenen schweren Lehmboden, darunter aus Sand und gemischtem Moselkies. Die bei Ausschachtung des Canalbetts gewonnenen Abtragsmassen haben zur Bildung der Dämme und Hochwasserdeiche nicht ausgereicht, so dafs die zu letzteren fehlenden Auftragsmassen theils durch Seitenentnahme, theils aber auch durch Verwendung der in der Nähe der Eisenhüttenwerke auf grofsen Stapelplätzen abgelagerten Schlackenabfälle gewonnen werden mufsten. Diese Abfälle bilden bei der Schlackenproduction die obersten Schichten, während die unteren, welche eine allmälige Abkühlung erleiden, mit Erfolg als Chaussirungsdecksteine und sogar als gute Pflastersteine verwendet werden.

Das Profil der Canalstrecke Arnaville-Novéant hat eine Sohlenbreite von 12 m und entspricht im Uebrigen, nur mit veränderten Coten, dem auf Blatt B des Textes dargestellten Normalprofil der Canalhaltung Jouy-Metz, welche sowohl mit Rücksicht auf den erwarteten Verkehr, als auch behufs Gewinnung fehlender Auftragsmassen durchweg eine Breite von 15 m in der Sohle erhalten hat, wobei letztere nach Bedürfnifs noch um 1 bis 2 Meter tiefer, als die Normalwassertiefe von 2 m erforderte, gelegt worden ist. In der Nähe der Kunstbauten hat eine derartige Vertiefung jedoch nicht stattgefunden, es liegt hier vielmehr die Sohle je nach dem Ort des Bauwerks zwischen den Coten $168{,}_{00}$ m und $167{,}_{65}$ m, deren Differenz zugleich das dem Canal auf seiner Ausdehnung von Jouy bis zur Citadellenschleuse Metz gegebene Längengefälle von $0{,}_{35}$ m bezeichnet.

Die Böschungen haben eine $1\frac{1}{2}$ fache Anlage und es setzt sich an den inneren in der Höhe des gestauten Wasserspiegels ein Bankett von $0{,}_{50}$ m Breite ab, um etwaigen, durch Wellenschlag hervorgerufenen Abrutschungen der oberen, über Wasser liegenden Böschungsflächen zu begegnen.

In der Höhe von $0{,}_{70}$ m über diesen Banketts liegt die mit einem Quergefälle von $0{,}_{04}$ m pro laufenden Meter versehene Canaldammkrone, deren Breite je nach der Masse und Qualität der vorhandenen Abtragserde für den Haupttreidelweg 4 bis $4{,}_{50}$ m, für den Nebentreidelweg 3 bis 4 m beträgt.

Soweit der bekannte höchste Mosel-Wasserstand die Cote von $169{,}_{70}$ m übersteigt, wurde die Krone des moselseitigen Canaldammes bis auf 1 m über Hochwasser erhöht.

Endlich zeigt das Profil am Fufse der äufseren binnenseitigen Böschung neben einem Bankett von $0{,}_{50}$ m Breite noch einen für die Entwässerung des Seitenterrains angelegten Seitengraben. Ganz besondere Aufmerksamkeit wurde auf die innige Verbindung der Auftragsmassen mit dem natürlichen Terrain verwendet und letzteres zu diesem Zweck nicht nur überall von den Ueberresten der Vegetation befreit, aufgelockert und bei geneigtem Profil mit eingegrabenen kleinen Rinnen versehen, sondern auch in der Mitte unter den Dämmen vor deren Anschüttung ein auf die ganze Länge durchgehender Graben von 1 m Breite und Tiefe ausgehoben und demnächst mit gutem Auftragsboden wieder zugefüllt, wodurch der Filtration des Canalwassers durch die Adern des natürlichen Terrains entgegengewirkt und auch ein etwaiges Setzen des Dammkörpers nach seiner Mittelaxe geleitet wird.

Sämmtliche Auftragsmassen sind in Schichten von $0{,}_{40}$ m Stärke auf die ganze Breite der Dämme unter steter Controle mit Handrammen festgestampft, auch darauf streng gehalten worden, die Dämme wenigstens im mittleren Kern und in den wasserseitigen Böschungen nur aus Lehmboden zu construiren.

Der Bodentransport wurde durch Bockkarren und Pferdekarren, zum Theil auch durch Erdwaggons auf Schienengeleisen bewirkt und der Transportpreis für Bockkarren nach der Formel

$$x = \frac{2p \cdot D}{1000}$$

ermittelt, worin

p den Tagelohn eines Arbeiters = 3 Franks und

Digitized by Google

D die Distanz bezeichnet, beträgt daher
für 1 Meter Entfernung = $0{,}_{006}$ Franks.

Aufserdem wurde pro Meter Steigung (H) 12 m Distanz berechnet, so dafs die Bezahlung der Transportkosten nach dem constanten Ausdruck

$$x = 0{,}_{006}\,(D + 12\,H)$$

pro Kubikmeter erfolgte und zwar für Entfernungen bis zu 62 m.

Darüber hinaus galt die für Transporte durch Pferdekarren festgesetzte Formel

$$x = P\,\frac{(2\,D + d)}{L \cdot C},$$

worin

P den Tagelohn eines Fuhrwerks mit Kutscher und zwar
a bei einem Pferde 7,50 Franks,
- 2 Pferden 11,$_{50}$ -
- 3 Pferden 16,$_{00}$ -

D die Distanz der Transportweite,

d die Distanz, welche der durch das Auf- und Abladen absorbirten Zeit entspricht, und zwar bei gewöhnlichem Boden für ein Fuhrwerk mit 1 Pferde = 500 m,
- - - - 2 Pferden = 1000 m,
- - - - 3 - = 1500 m,

L die täglich vom Fuhrwerk überhaupt zurückgelegte Strecke = 31,$_{250}$ K

und

C den kubischen Inhalt einer Karrenladung, und zwar pro Pferd à $0{,}_{40}$ kb m gerechnet,

bezeichnet. Dabei wurden

für Entfernungen von 62 m bis 500 m .. 1 Pferd,
- - - 500 m - 1500 m .. 2 Pferde,
- - - 1500 m und mehr .. 3 Pferde

in Ansatz gebracht und dem entsprechend nach den tabellarisch geordneten verschiedenen Werthen gezahlt, und zwar pro Kubikmeter in Franken:

für Entfernungen von 62 bis 500 m = $0{,}_{20} + 0{,}_{0012}\,(D + 12\,H)$
- - - 500 — 1500 m = $0{,}_{45} + 0{,}_{0009}\,(D + 12\,H)$
- - - 1500 und mehr = $0{,}_{60} + 0{,}_{0008}\,(D + 12\,H)$

Bei 62 m gleicht sich der Preis für den Transport mittelst Bockkarren mit demjenigen für Pferdekarren aus, bei gröfseren Entfernungen ist der letztere schon relativ niedriger.

Die Preise der Bodentransporte mit Erdwaggons auf Schienengeleisen wurden in jedem einzelnen Falle nach den localen Verhältnissen annähernd auf Grund der vorstehenden Principien vereinbart. In allen diesen Preisen ist die Arbeit des Grabens, Auf- und Abladens, sowie der Planirung des Bodens nicht berücksichtigt und wurde hierfür pro Kubikmeter $0{,}_{55}$ Franken vergütet, aufserdem aber noch eine Zulage von $0{,}_{75}$ Franken, wenn der Boden in gröfserer Tiefe als $0{,}_{25}$ m unter Wasser gewonnen werden mufste. Diese Sätze umfassen nicht nur sämmtliche Nebenkosten für Rodungen, Wundmachen des natürlichen Terrains, Ableitung des Wassers, Errichtung von Nothbrücken etc., sondern auch 5 % für die Beschaffung und Unterhaltung der Utensilien durch den Unternehmer, sowie 10 % Gewinn für den letzteren selbst; sie wurden jedoch, wie schon oben erwähnt, wegen der nach dem Kriege gestiegenen Löhne für Arbeiter und Pferde um 10 % erhöht.

Obwohl die Ausführung in General-Entreprise vergeben war, fand dennoch nur die Bezahlung des wirklich Geleisteten statt und zwar auf Grund eines sehr detaillirt ausgearbeiteten Preisverzeichnisses mit Einheitssätzen für jede specielle Leistung, wodurch zwar die sorgfältigste Baucontrole bedingt, gleichzeitig aber auch dem Bauleiter das jederzeitige Eingreifen und unbeschränkte Disponiren gewahrt wurde.

Für die Befestigung der Böschungen genügte bei dem fruchtbaren Boden der dortigen Gegend und der sich in Folge dessen bald und üppig entwickelnden Vegetation im Allgemeinen eine Besamung, so dafs nur für die äufseren Böschungen des durch den bei Hochwasser der Strömung ausgesetzten sogenannten todten Moselarm bei Montigny und Metz erbauten Canaldammes ein besonderer Schutz erforderlich war. Auf Blatt B im Text ist das demgemäfs gesicherte Profil des Canals in der Nähe der Porte de la Citadelle dort, wo sich der Nebencanal nach dem Bahnhofshafen durch den Festungsgraben abzweigt, dargestellt. Zur Vermeidung von Unterwaschungen wurde zunächst durch den Moselarm eine bis über den Wasserstand reichende ca. 3 m hohe Steinschüttung mit $0{,}_{50}$ m Kronenbreite, $1\frac{1}{2}$ facher äufseren und 1 facher inneren Böschung als Fufs der demnächstigen Erdauffüllung hergestellt, die über Wasser befindliche äufsere Böschung aber bis zu dem in der Höhe des bekannten höchsten Wasserstandes angelegten Bankett mit Steinpflaster versehen.

Endlich sind auch innerhalb der Festungswerke bei mangelnder Canalbreite streckenweise noch Futtermauern nothwendig geworden und aufserdem sämmtliche Böschungen im Anschlufs an die Kunstbauten auf eine gewisse Länge mit einer Abpflasterung bekleidet. Durchweg abgepflastert sind die Böschungen des linken Moselufers auf der zur Schifffahrt benutzten Stromstrecke von Novéant bis zum Wehr Jouy-Ars, indem sich das Pflaster auf einen von der Sohle bis zum niedrigen Sommer-Wasserstand reichenden, von Bruchsteinen angeschütteten und mit Bankett versehenen Vorfufs stützt und von hier bis zur Treidelwegkrone erstreckt, welche gewöhnlich bei 170,$_{70}$ m, zum Theil aber auch, wo das natürliche Ufer diese Cote übersteigt, noch höher liegt.

3. Kunstbauten.

a. Canalschleusen.

Auf der Strecke von Arnaville bis Metz befinden sich im Ganzen 7 Schleusen, von denen 5 die Ueberwindung des Stromgefälles bezwecken, und zwar:

1. die Schleuse Novéant (Nr. 7 des Situationsplans) mit einem Gefälle von . . . . . 2,$_{170}$ m,
2. die Citadellenschleuse (Nr. 9 des Plans) mit einem Gefälle von . . . . . 2,$_{150}$ m,
3. die Esplanadenschleuse (Nr. 10 des Plans) mit einem Gefälle von . . . . . 2,$_{20}$ m,
   in der Hauptschifffahrtsstrafse, . . . 7,$_{150}$ m,
4. die Schleuse bei Ars (Nr. 8 des Plans) mit einem Gefälle von . . . . . 2,$_{100}$ m,
   im Zweigcanal,

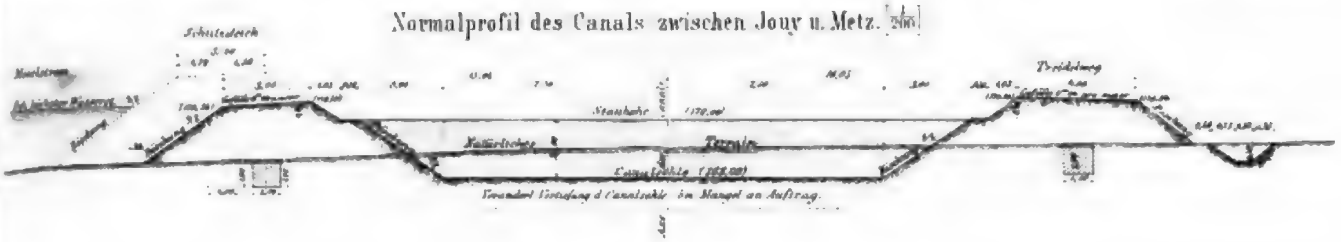
   und
5. die Schleuse la Polka (Nr. 8 bis des Plans) mit einem Gefälle von . . . . . 2,$_{100}$ m

behufs Verbindung des Zweigcanals mit dem Hauptcanal, während zwei, und zwar:

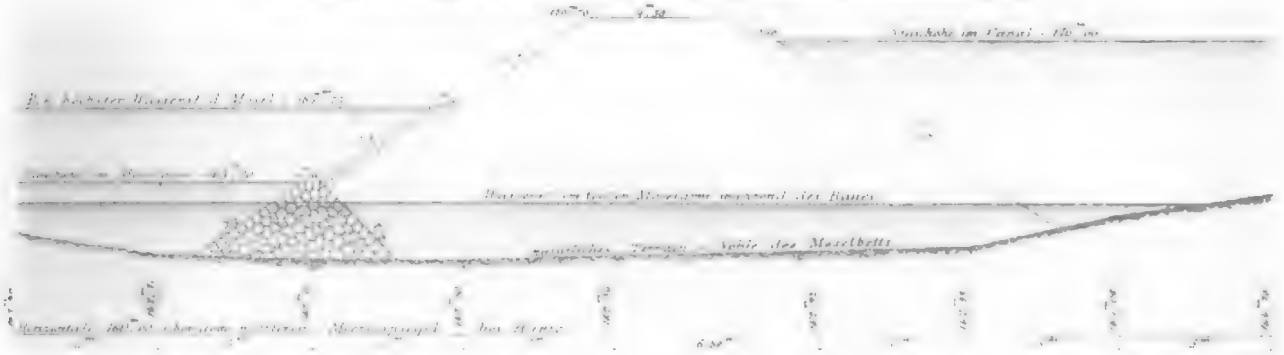
6. die Schleuse bei Ancy (Nr. 5 des Plans) und
7. - - - Jouy (Nr. 5 bis des Plans)

Digitized by Google

Normalprofil des Canals zwischen Jouy u. Metz. $\frac{1}{200}$

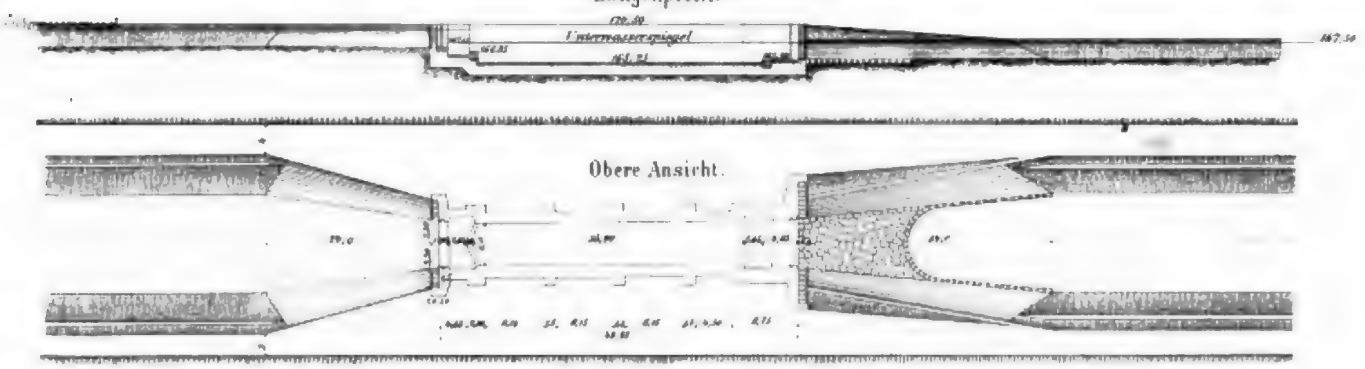


Profil des durch d. sog. todten Moselarm bei Metz hergestellten Canaldammes. $\frac{1}{200}$



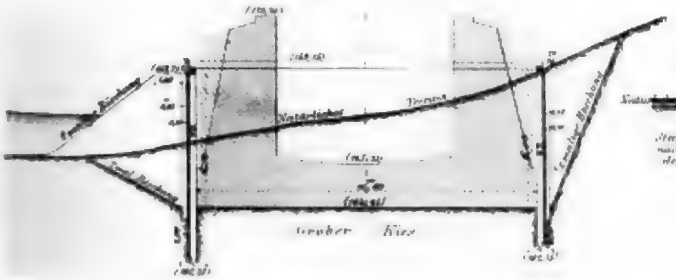
Allgemeine Anordnung der Kammerschleusen. $\frac{1}{500}$.

Längenprofil.

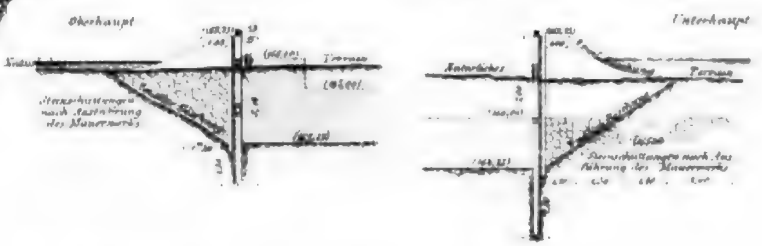


Obere Ansicht.

Querprofil. $\frac{1}{200}$.

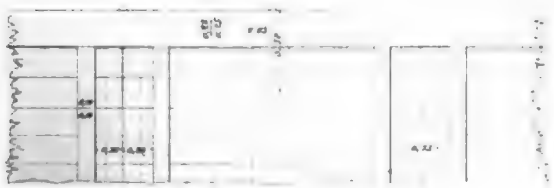


Längenprofil. $\frac{1}{200}$.

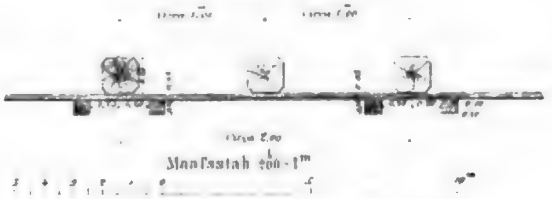


Details der Spundwand.

Ansicht. $\frac{1}{10}$



Horizontalschnitt $\frac{1}{10}$.



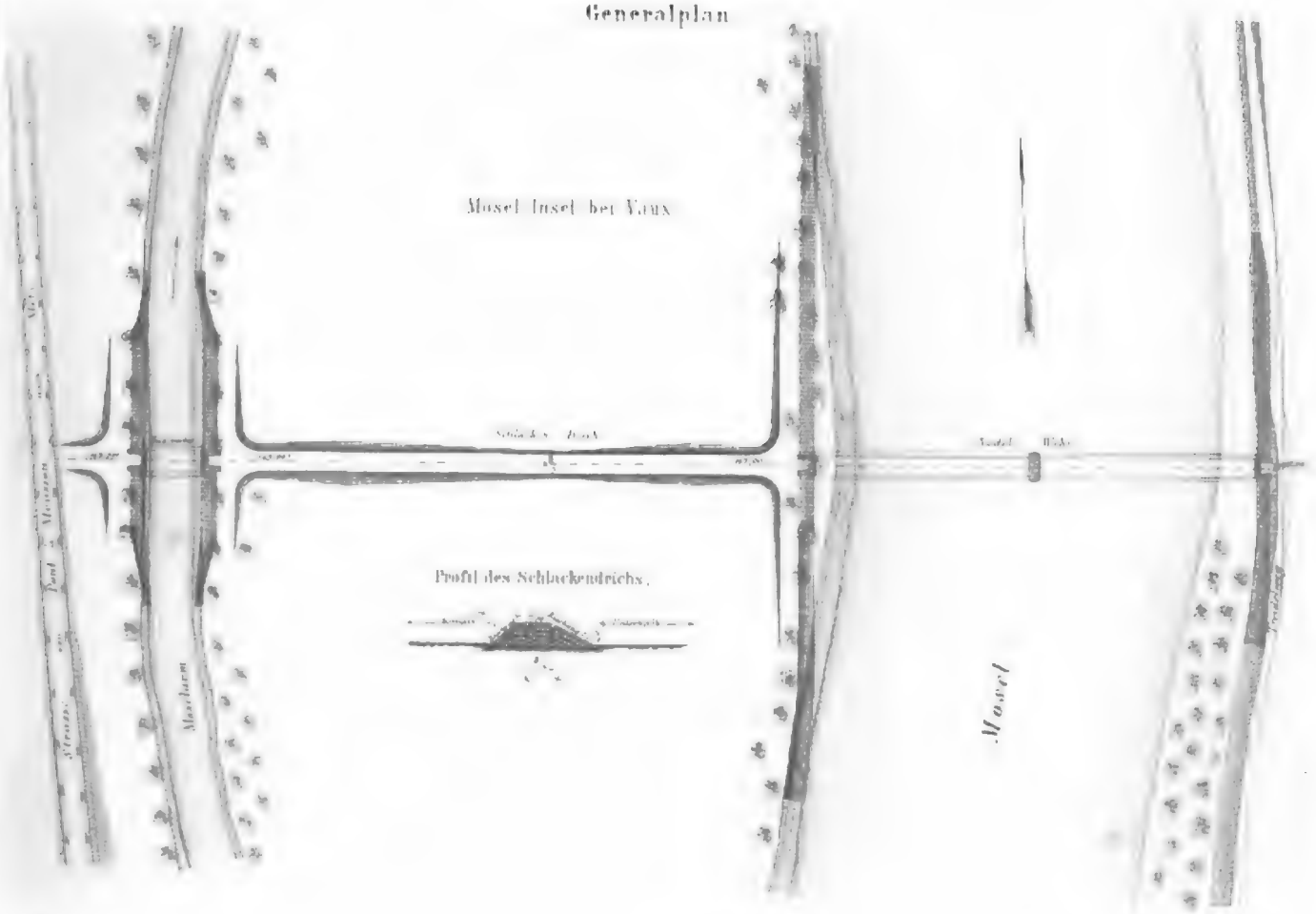
Maafsstab $\frac{1}{200}$ = 1m

Digitized by Google

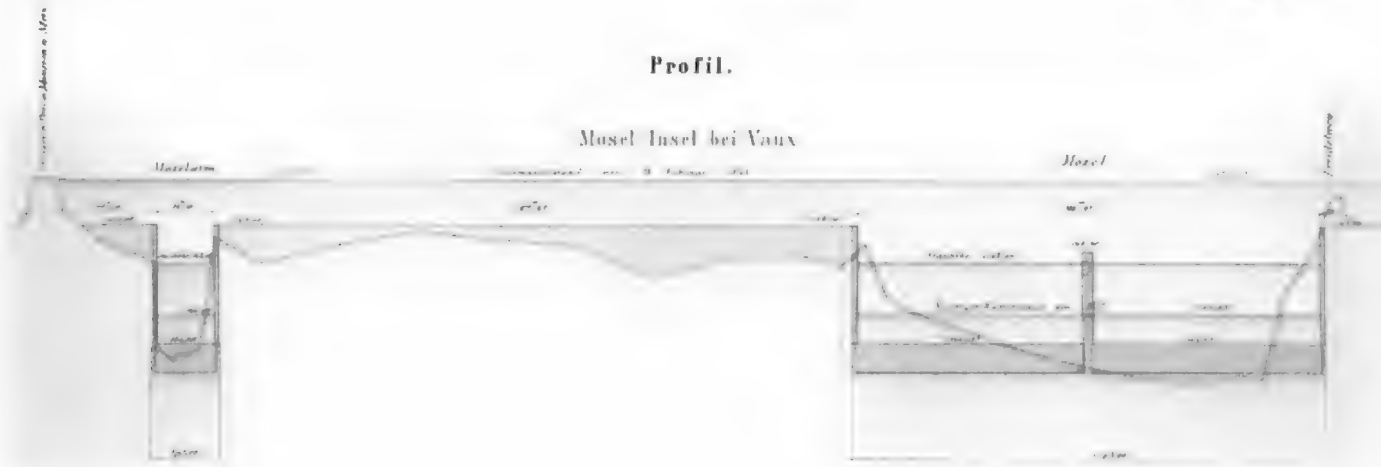
Canalisation der Mosel.

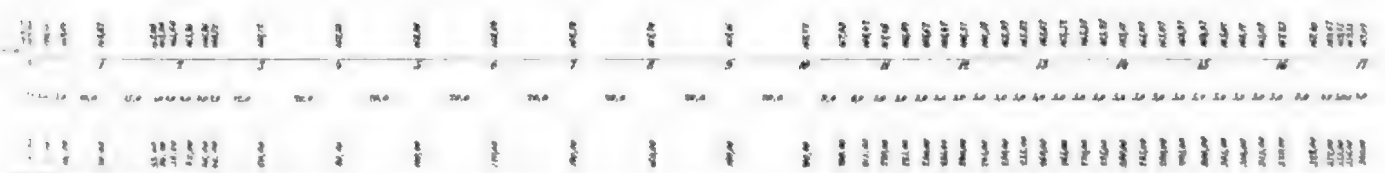
Nadelwehr bei Vaux.

Generalplan



Profil.





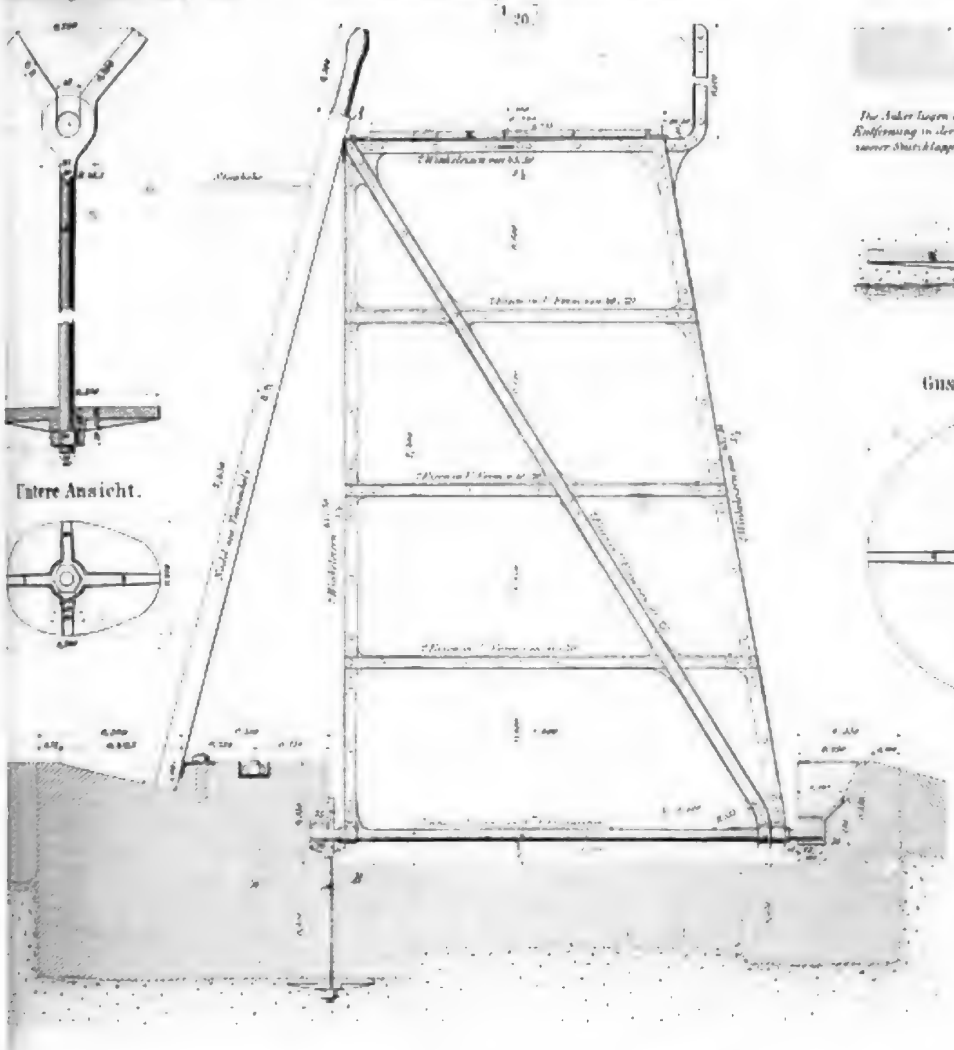
Canalisation der Mosel.

Nadelwehr bei Vaux. Details der Stützklappen.

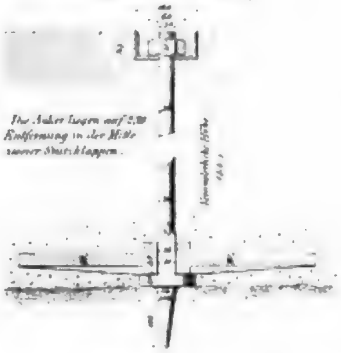
...ankerung oberhalb. [1/...]

Untere Ansicht.

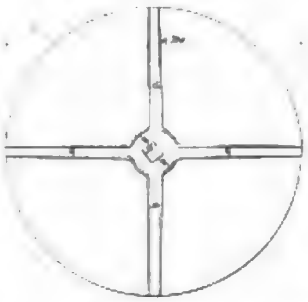
Querschnitt des geschlossenen Wehrs. 1/20



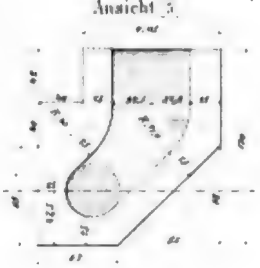
Grundanker. 1/10



Gusseiserne Scheibe.

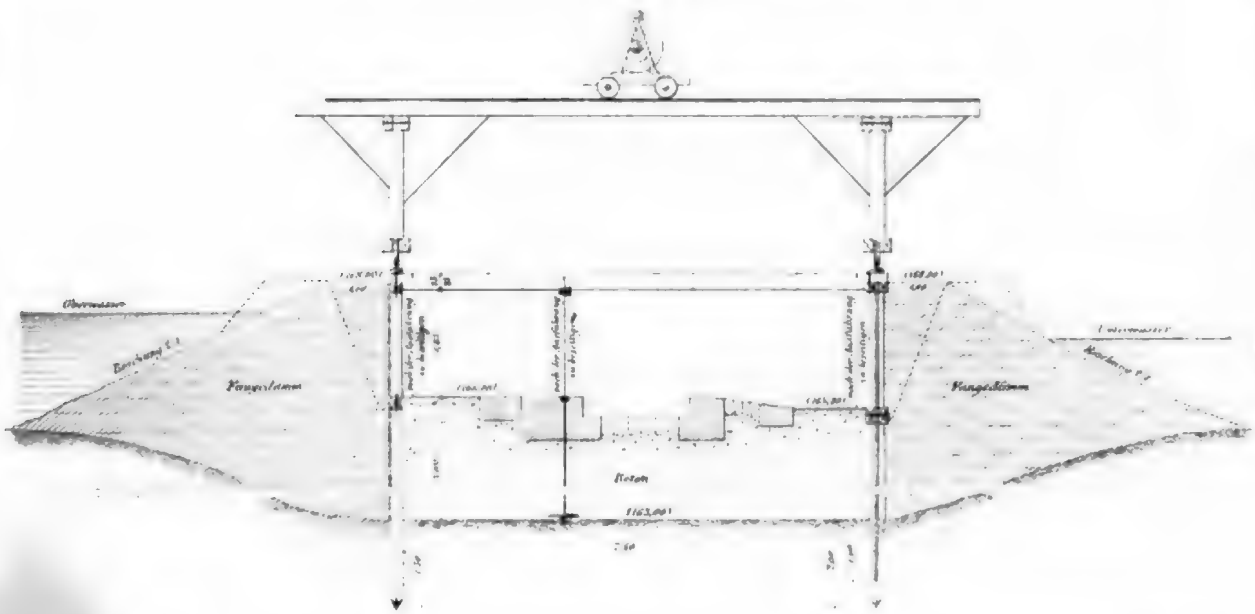


Lager der Welle.
Ansicht 1/5



Profil nach AB. [1/...]

Bau-Gerüst. 1/100



Digitized by Google

nur zum Schutz der betreffenden Canalhaltungen gegen Hochwasser erbaut worden sind.

Hiervon haben die sub Nr. 3 bis incl. 7 genannten Bauwerke behufs Herstellung der Passage auf dem Treidelwege und den nothwendigen Communicationsstraßen Brücken erhalten.

Die eigentlichen Kammerschleusen zeigen in der einfachsten Form nach der Zeichnung auf Blatt B im Text folgende Anordnung.

Bei einer lichten Weite von 6 m in der Kammer hat die Schleuse mit Ausschluß der Treppenanlagen am Ober- und Unterhaupt eine gesammte Länge von $49,_{25}$ m und zwar:

a. im Oberhaupt
1. Vorboden . . $1,_{50}$ m
2. Thorkammer . $2,_{65}$ m
3. Hinterboden . $1,_{40}$ m
Sa. a. . . . = $5,_{55}$ m

b. in der Schleusenkammer = $35,_{90}$ m

c. im Unterhaupt
1. Thorkammer . $2,_{65}$ m
2. Hinterboden . $4,_{35}$ m
Sa. c. . . . = $7,_{50}$ m

in Summa . . $49,_{25}$ m.

Zur Vermittelung des Ober- und Unterwasserspiegels, welche beide beispielsweise an der Citadellenschleuse um $2,_{50}$ m differiren, sind im Oberhaupt zwei Abfallboden von $0,_{80}$ m und $1,_{35}$ m = $2,_{15}$ m Gefälle angeordnet, während $0,_{35}$ m Gefälle durch das dem Canal von Jouy bis Metz gegebene Längengefälle gewonnen werden konnten.

Das Bauwerk ruht auf Betonfundament, hat eine durchweg gepflasterte, in der Schleusenkammer gewölbte Sohle und massive, den angestauten Oberwasserspiegel um $0,_{50}$ m überragende und durch Pfeiler verstärkte Seitenmauern. An den Häuptern befinden sich die zur Communication erforderlichen Treppenanlagen und hieran schließen die abgepflasterten Böschungen, welche das enge Profil der Schleuse in das weitere des Canals überleiten. Auch ist die Canalsohle unterhalb des Unterhaupts zum Schutz gegen Auskolkungen noch mit einem Steinpflaster befestigt.

Bei denjenigen Kammerschleusen, welche die Anlage einer Brücke erfordern, vergrößert sich die gesammte Länge des Bauwerks um $1,_{65}$ m im Hinterboden des Unterhaupts, über welches die Brücke auf den erhöhten Seitenmauern mit $3,_{40}$ m lichter Weite in der Fahrbahn construirt ist.

Eine weitere Modificirung des allgemeinen Plans für die Kammerschleusen war beim Bau derjenigen bei la Polka (Nr. 8 bis des Plans) erforderlich. Da dieselbe auch mit einer Brücke versehen und somit die complicirteste des Moselcanals ist, erfolgt durch die Zeichnungen auf Bl. 39 und 40 ihre Darstellung mit folgenden Erläuterungen.

Was zunächst die vorerwähnte Modificirung betrifft, so wurde dieselbe durch die Rücksicht auf den Hochwasserstand des Moselstroms hervorgerufen, welcher am 28. Febr. 1844 an der Baustelle die Höhe von $171,_{30}$ m erreicht und somit die Stauhöhe der Canalhaltung Jouy-Metz um $1,_{30}$ m überstiegen hat. Bei gewöhnlicher Anordnung der Schleusenthore würden diese sonach durch jedes den Canalwasserspiegel überragende Hochwasser der Mosel überfluthet und hierdurch ein Eindringen der Hochwassermasse in den Hauptcanal, dessen Durchströmung und Beschädigung, sowie je nach der Höhe des Wasserstandes sogar eine Ueberfluthung des binnenseitigen Canaldeichs und damit eine höchst schädliche Ueberschwemmung des Binnenlandes hervorgerufen worden sein. Konnte dem nun auch durch Erhöhung der Thore des Unterhaupts und deren Absteifung zur Zeit des Hochwassers mittelst besonderer Vorrichtungen begegnet werden, so blieb doch der Verschluß von der Sorgsamkeit und dem rechtzeitigen Eingreifen des Schleusenwärters abhängig. Die Wichtigkeit des Verschlusses aber, von welchem der Schutz der Canalanlagen und ausgedehnter hochcultivirter Terrains resultirte, erforderte mit Rücksicht auf die häufigen und plötzlichen Anschwellungen der Mosel eine zuverlässigere Vorrichtung, und hat Verfasser dieserhalb die Schleuse am Unterhaupt noch mit einem Fluththor versehen, welches sich selbstthätig bei höherem Wasserstande schließt.

Wie aus der Zeichnung hervorgeht, entspricht die Anordnung des Oberhaupts und der Schleusenkammer der auf Blatt B im Text gegebenen allgemeinen Anordnung der Kammerschleusen, das Unterhaupt aber zeigt in Folge der Ueberbrückung und der Anlage des Fluththors erhebliche Abweichungen. Die Brücke dient sowohl zur Benutzung des Treidelwegs längs der Mosel, als auch zum Uebersetzen der Canal-Treidel-Pferde und ist über dem Unterhaupt auf den die Widerlager bildenden Schleusenmauern placirt, indem letztere zu diesem Zweck soweit erhöht sind, als die zur Canalschifffahrt erforderliche lichte Höhe von $3,_{70}$ m vom gestauten Unterwasserspiegel bis zur Unterkante des Brückenoberbaues bedingt. Sie setzen sich in dieser Höhe auch noch in der Fluththorkammer sowie im Hinterboden fort und überragen somit den bekannten höchsten Wasserstand um $0,_{40}$ m.

Der Brückenoberbau besteht aus 2 Blechträgern, welche in der Fahrbahn I-förmige Brückenbalken, unter den Fußgängerbanketts aber Consolen tragen. Zwischen den I-Balken sind Gewölbe aus Ziegeln mit Hausteinauflager gespannt, auf denen zunächst eine Cementabdeckung, sodann eine Betonschicht und demnächst die Chaussirung der Fahrbahn ruht, welche letztere durch die neben den Fußgängerbanketts hergestellten Rinnsteine mit Gefälle nach beiden Seiten hin entwässert wird.

Zur Construction der erhöht liegenden Fußgängerbanketts sind die Consolen mit den das Geländer tragenden I-Saumschwellen und mit ⊥-Eisen, die von denselben gebildeten Zwischenräume aber mit Ziegeln überbrückt. Das so hergestellte, nach der Fahrbahn zu noch durch Hausteine begrenzte Bankett nimmt alsdann die mit Cementschicht abgedeckte Betonmasse auf.

Die Fundamentirung des Bauwerks ist bei dem aus grobem Kies bestehenden Baugrunde mittelst Beton erfolgt und wurde zu diesem Zweck die Baustelle in ihrer ganzen Ausdehnung zunächst bis zur Cote $164,_{25}$ m (unter dem Oberhaupt bis $165,_{15}$ m) mit Böschungen von zweifacher Anlage an den Rändern ausgebaggert, sodann aber mit Spundwänden umschlossen. Dieselben bestehen, wie aus dem Quer- und Längenprofil und den Details auf Blatt B hervorgeht, aus starken, in Abständen von 1 m eingerammten, oben verholmten Pfählen, gegen welche sich bis zur Sohle der Baugrube vorher verbundene Brettertafeln lehnen. Dort, wo je 2 derartige Tafeln von à 2 m Breite am Hauptpfahl zusammenstoßen, werden sie noch durch schwächere Pfähle gehalten

Digitized by Google

und es erfolgt die Sicherung der lothrechten Stellung der Spundwände durch die auf ihren Holmen aufgekämmten Spannriegel, sowie durch Herstellung von Lehm-Hinterfüllungen, welche gleichzeitig als Fangedämme dienen und den nöthigen Schutz gegen gewöhnliche, während der Bauzeit etwa eintretende Stromanschwellungen bieten. Am Ober- und Unterhaupt der Schleuse werden die Fangedämme, sobald das Mauerwerk beendet ist, beseitigt und durch Steinschüttungen, die sich am Unterhaupt zum Schutz der Sohle gegen Auskolkungen zwischen eingerammten Pfählen noch verlängern, ersetzt.

Der Beton wurde von dem auf den Spundwand-Längsholmen ruhenden Laufkrahn aus mit Kasten in gewöhnlicher Weise versenkt, Cement jedoch hierzu nicht, vielmehr nur der sogenannte Metzer Kalk (chaud de Metz), ein vorzüglicher hydraulischer Kalk, verwendet, und zwar bestand die Betonmasse aus 4 Theilen grobem Moselkies von 2 bis 5^{cm} Durchmesser und aus 3 Theilen Mörtel, der letztere aus 1 Theil Kalk und 2 Theilen Sand.

Nach gehöriger Erhärtung des Betons wurde die Baugrube in kleineren, durch provisorische Zwischenwände getrennten Abtheilungen mittelst einer Dampfpumpe trocken gelegt, die obere Betonschicht gereinigt, abgeglichen und demnächst mit dem Mauerwerk begonnen, welches bei dem heftigen Wasserandrange in den unteren Schichten einen mit Portland-Cement versetzten Mörtel erhalten mufste und in den Schleusenmauern aus Bruchsteinen mit einer Verkleidung aus behauenen Steinen und in der oberen Abdeckung aus sauber bearbeiteten Quadern besteht.

An das Verkleidungsmauerwerk schliefst sich das in Cement verlegte, mit Wölbung in behauenen Steinen ausgeführte Sohlenpflaster. Die Schleusendrempel endlich, sowie alle wichtigen Theile des Bauwerks wurden aus Werksteinen von Lérouville in Frankreich construirt.

Die Schleusenthore sind nach der auf Bl. 41 mitgetheilten Normalzeichnung, welche bei der constanten Breite aller Schleusen nur einer Modification in Bezug auf die bei den einzelnen Bauwerken variable Höhe bedurfte, ausgeführt worden.

Danach erfolgt die Füllung und Entleerung der Schleusenkammer, da die Construction der Häupter Umläufe entbehrlich macht, durch zwei in jedem Thorflügel angelegte jalousieartige Schützöffnungen, welche somit nur eine geringe Hubhöhe der Schützen beanspruchen, den letzteren auch gleichzeitig eine wirksame Führung gewähren. Werden die vier Schützen in dem Thorpaar des Oberhaupts gleichzeitig geöffnet, so erfordert die Füllung der Schleusenkammer einen Zeitaufwand von 3 bis 4 Minuten. Das Thor überragt die Schleusenmauer-Oberkante um 1^{m} und ist durch den als Hebel verlängerten oberen Holm bequem durch den Schleusenwärter zu dirigiren.

Alle weiteren Details erhellen aus der Zeichnung.

Von den am Anfange jeder Canalhaltung, und zwar dort, wo sich dieselbe vom Strome abzweigt, erbauten Schutzschleusen befinden sich zwei (Nr. 5 und 5bis des Plans) auf deutschem Territorium. Beide, schon zur französischen Zeit erbaut, sind mit Brücken versehen, während die Zeichnung auf Bl. 40 eine Schutzschleuse in ihrer allgemeinen einfachsten Form darstellt, wie sie auf der oberen, in Frankreich belegenen Strecke ausgeführt worden ist.

Ihrem Zwecke entsprechend, besteht dieselbe aus einem Vorboden, einer Thorkammer und einem Hinterboden; bei Eintritt von Hochwasser und Eisgang werden die Thore geschlossen, zu deren Schutz auch noch die Dammbalken nach der Stromseite eingesetzt. Die Schleuse ist auf Beton fundamentirt und im oberen Aufbau aus Bruchsteinen mit Verkleidungs- und Haustein-Mauerwerk ausgeführt, auch durch Steinschüttungen in der Canalsohle und durch Bekleidung der anschliefsenden Böschungen mit gemauertem Steinpflaster gesichert worden.

b. Nadelwehre in der Mosel.

Von den beiden zur Moselcanalisation auf der Strecke von Arnaville bis Metz gehörigen Nadelwehren zu Jouy-Ars und bei Vaux wurde das erstere, welches später gleichzeitig mit der über demselben erbauten Brücke über die Mosel beschrieben werden wird, nach der Landes-Occupation im Wesentlichen bis auf die beweglichen Theile hergestellt angetroffen, während dasjenige zu Vaux, durch Zeichnungen auf Blatt 42 im Atlas und auf Blatt C und D im Text dargestellt, vom Verfasser nach Analogie der auf der oberen Strecke erbauten behufs Ausführung erst projectirt werden mufste. Es bezweckte dasselbe die Herstellung der nöthigen Schifffahrtstiefe in der Stromstrecke vom Wehr bis aufwärts zur Schleuse la Polka resp. bis zur Schleuse Ars im Zweigcanal. Nach der allgemeinen Disposition, welche aus dem Generalplan und dem Längenprofil auf Blatt C im Text hervorgeht, erstreckt sich das Bauwerk sowohl durch die Mosel, als auch durch deren Nebenarm und besteht sonach aus zwei getrennten Wehren, welche zum Zweck ihrer Bedienung, sowie zur Sicherung der Landpfeiler und Vermeidung durchgehender Fluthrinnen auf der von beiden Wasserläufen gebildeten Insel durch einen von Eisenschlacken hergestellten abgepflasterten Damm verbunden sind.

In der Mitte des Hauptwehrs mufste nach französischer gesetzlicher Bestimmung eine sogenannte Fischleiter (Echelle des poissons) angeordnet werden, um den Fischen die Ueberschreitung der Wehrstolle resp. die Ueberwindung der Niveaudifferenz zwischen Unter- und Oberwasser zu ermöglichen.

Der massive Wehrrücken ruht auf einem mächtigen, zwischen Spundwänden construirten Betonfundament und ist im Wesentlichen aus grofsen Quaderblöcken von Lérouville erbaut worden, welche ebenfalls bei den massiven Landpfeilern Verwendung gefunden haben. Letztere greifen mit ihren Flügeln zur Vermeidung von Hinterspülungen tief in die Ufer ein, deren Böschungen aufserdem noch ober- und unterhalb der Baustelle auf angemessene Entfernung mit gemauertem Pflaster bekleidet sind. Mit den Landpfeilern in Verbindung stehen die zur Bedienung des Wehrs erforderlichen Treppenanlagen.

Zur Sicherung des Wehrrückens ist im Strombett des Unterwassers, an die Spundwand anschliefsend, ein Abfallboden aus Steinschüttungen und Senkfaschinen zwischen eingerammten Pfählen hergestellt, auch der Ober- und Unterboden zwischen den Spundwänden und dem aus Hausteinen gebildeten Theil des Wehrrückens mit einer Cementschicht über dem Betonfundament abgedeckt. Im Ganzen hat der Wehrrücken zwischen den Spundwänden $7{,}_{80}$^{m} Breite erhalten, welche nur an der Fischleiter zum Zweck der Verlängerung des von den Fischen beim Passiren der Leiter zurück-

zulegenden Weges überschritten werden mufste. Da die Schwelle der Einlafsöffnung am Oberhaupt der Fischleiter bei $167{,}_{60}$ m, am Unterhaupt aber bei $166{,}_{00}$ m liegt, beträgt somach die von den Fischen zu ersteigende Höhe $1{,}_{60}$ m. Um diese Steigung relativ zu mildern und den Fischen bei der Passage Ruhepunkte zu schaffen, sind an den Widerlagern im Inneren der Leiter 4 Werkstücke derartig abwechselnd placirt, dafs sich für den zu passirenden Weg eine Serpentine mit einer Steigung von nur $0{,}_{177}$ m resp. $0{,}_{220}$ m pro Meter bildet.

Da die Constructionstheile der Fischleiter vorzugsweise dem Eisgange und einem erheblichen Wasserdruck ausgesetzt sind, wurden dieselben zur Vermehrung ihrer Stabilität noch mit eisernen Streben und Ankern versehen. Auch sind diejenigen grofsen Quadern des Wehrrückens, gegen welche die Wehrnadeln anschlagen, mit bis zur Sohle des Strombetts reichenden und dort durch gufseiserne Scheiben von $0{,}_{20}$ m Durchmesser gehaltenen eisernen Ankern gesichert worden. Eine fernere Verwendung von Eisentheilen erforderte die Anbringung der aus den Stützklappen, deren Ueberbrückung und den Wehrnadeln bestehenden beweglichen Theilen des Wehrs. Jede Stützklappe zeigt ein fest verbundenes System von horizontalen, vertikalen und diagonalen schmiedeeisernen Rippen mit einer in der Wehrrückenrinne in Lagern ruhenden Welle. Das stromaufwärts befindliche Lager hat zur bequemen Einbringung der Stützklappenwelle zwei obere Führungsarme erhalten und ist fest verankert, während das zweite Lager nur aus einem eisernen, in das correspondirende Werkstück eingelassenen Futter besteht. Auf der obersten, gleichzeitig als Brückengeländer ausgebildeten Querrippe der in Distanzen von $1{,}_{10}$ m aufgestellten Stützklappen ruhen die Brückenbohlen und die Winkeleisen, gegen welche sich die Wehrnadeln oben anlehnen. Letztere sind aus Tannenholz mit quadratischem Querschnitt von $6{,}_{5}$ cm Seite auf $2{,}_{450}$ m Länge und aufserdem noch mit abgerundetem Handgriff von $0{,}_{30}$ m Länge hergestellt.

Zum Zweck der Niederlegung der durch Ketten mit einander verbundenen Stützklappen mufsten in den betreffenden Landpfeilern und in einem Widerlager der Fischleiter auf die Breite der Wehrrückenrinne Nischen angelegt werden, deren nähere Constructionstheile, sowie überhaupt alle hier nicht speciell erwähnten Details aus der Zeichnung hervorgehen.

Zur Ausführung gelangte zunächst das Wehr in der Hauptmosel, indem mit dem Bau eines provisorischen Wehres oberhalb der Wehrstelle, dort wo sich der Nebenarm abzweigt, begonnen und so dem Nebenarm die Abführung eines Theils der Wassermassen auferlegt wurde. Nachdem hierdurch eine Senkung des Wasserstandes und namentlich eine Verminderung der Strömung an der eigentlichen Baustelle erzielt worden war, begann die Ausbaggerung der letzteren bis zur Cote $163{,}_{00}$, d. i. 2 m unter dem tiefsten Punkt des Strombetts in der Axe des Wehrs mittelst Dampfbagger. Da die Stromsohle aus gemischtem Kies und Sand bestand und die Construction des Dampfbaggers vermittelst siebartig construirter Cylinder eine sofortige Trennung der gebaggerten Masse nach der Gröfse des Materials in gröfsere Steine, groben Kies und Sand bewirkte, so konnten auf diese Weise die zum Beton und Mauerwerk erforderlichen Kies- und Sand-Materialien in mehr als ausreichender Weise gewonnen werden.

Nach beendeter Baggerung eines Theils der mit flachen Rändern versehenen Baugrube wurden die Spundwände, wie aus der Zeichnung von dem Baugerüst auf Blatt D im Text ersichtlich, hergestellt und die gesammten Arbeiten mit Rücksicht auf die verhältnifsmäfsig kurze Dauer der vom niedrigen Mosselwasserstande abhängigen Bauzeit so disponirt, dafs beim vollen Betriebe gleichzeitig in einem Abschnitt der Baustelle gebaggert, im zweiten die Herstellung der Spundwände, im dritten die Fertigung der Fangedämme, im vierten die ohne Unterbrechung vorschreitende Betonirung und im fünften Abschnitt die Ausführung des Mauerwerks bewirkt werden konnte. Bei dieser Disposition war aufserdem noch wegen etwaiger eintretenden Anschwellungen der Mosel darauf Rücksicht zu nehmen, einen Theil der gesammten Profilbreite zum Abflufs der Wassermassen frei zu halten. Die Spundwand am Oberboden ist in gleicher Weise wie beim Bau der Polka-Schleuse mit Brettertafeln zwischen den auf 1 m Entfernung eingerammten Spundpfählen ausgeführt worden, am Unterboden dagegen wurden die Brettertafeln durch die zwischen den Hauptpfählen eingerammten Spundbohlen ersetzt.

Die Fangedämme bestehen nur aus einem hinter den Spundwänden angeschütteten Lehmkörper von 1 m breiter Krone und zweimaliger Böschungsanlage. Zur Verstrebung der Spundwände dienten die auf den Holmen angebrachten und durch die provisorisch verlängerten Grundanker noch unterstützten Spannriegel, welche über den Holmen auf Bohlen ruhende eiserne Schienen zur Führung des Laufkrahns trugen.

Diese einfache und billige Construction der Spundwände und Fangedämme ist in Frankreich sehr gebräuchlich und namentlich bei den in der Mosel erbauten Wehren mit Erfolg angewendet worden, bedingt allerdings die rasche und gesammte Ausführung eines derartigen Baues innerhalb der Zeitperiode des Sommerwasserstandes, dessen Anschwellungen die übrigens leicht wieder zu ergänzenden Fangedämme zwar angreifen, eine wesentliche Beschädigung der Bauausführung jedoch nicht hervorrufen. Auch ist bei der Lage des Betons bis 2 m unter dem tiefsten Punkt des natürlichen Strombetts eine nachträgliche Unterwaschung des Bauwerks nach dessen Ausführung nicht mehr zu erwarten. Die Zubereitung des Betons aus 4 Theilen grobem Moselkies und 3 Theilen Mörtel geschah in folgender Weise. Der durch Maschinen aus 1 Theil hydraulischem Metzer Kalk und 2 Theilen Sand gefertigte Mörtel wurde in Handkarren gleichzeitig mit dem rein gewaschenen groben Moselkies von 2 bis 5 cm Durchmesser auf ein ca. 7 m hohes Gerüst transportirt und von dort im angegebenen Verhältnifs mit dem Moselkies in einen vertikal stehenden, mit ca. 60 horizontalen inneren Stäben versehenen eisernen Cylinder geschüttet, durchlief denselben und fiel, indem die Stäbe auf die innige Vermischung der Materialien hinwirkten, auf die unter dem Cylinder befindliche Betonbank als gleichmäfsig gemischte Masse, welche demnächst in Kasten der Baugrube zugeführt und in gewöhnlicher Weise mit Hilfe des Laufkrahns versenkt wurde. Nach Herstellung und Erhärtung des Betons in einer Abtheilung der Baugrube wurde dieselbe durch provisorische Zwischenwände nochmals angemessen getheilt, ausgepumpt und sodann das Mauerwerk verlegt. In dieser Weise schritten die Ausführungen gradatim bis nach vollständiger Herstellung des Wehrrückens vor, worauf ein Theil des Baugerüstes und der

Digitized by Google

Fangedämme bis zur Oberkante des Mauerwerks abgetragen und die definitive Verholmung der Spundwände vorgenommen, demnächst aber die vollständige Beseitigung der Fangedämme und die Sicherung des Abfallbodens nach der Zeichnung bewirkt worden ist.

In ähnlicher Weise wurde auch später das Wehr im Nebenarm der Mosel, jedoch mit dem Unterschiede ausgeführt, dafs das Fundament daselbst nach Auspumpung der Baugrube durch Schüttung des Betons im Trockenen erfolgte.

Diese Fundamentirungsweise fand überhaupt bei allen Kunstbauten der Moselcanalisation, wenn es die Boden- und Wasserverhältnisse nur irgend gestatteten, Anwendung, da die Betonirung im Trockenen nach den maafsgebenden Einheitspreisen nicht nur billiger als die unter Wasser auszuführende, sondern auch billiger als Bruchsteinmauerwerk ist, aufserdem aber vor beiden Methoden wegen der einheitlichen, gleichartigen und compacten Masse sowohl, als auch wegen der gröfseren Schnelligkeit der Ausführung den Vorzug verdient.

Der im Trockenen geschüttete Beton bestand aus $5\frac{1}{2}$ Theilen Mörtel und 8 Theilen Moselkies und wurde mit $10{,}_{50}$ Franken pro Kubikmeter incl. aller Materialien und Arbeiten bezahlt, während Beton unter Wasser versenkt einen Kostenaufwand von 12 Franken, Bruchsteinmauerwerk aber einen solchen von $13{,}_{10}$ Franken hervorgerufen haben würde. (Schlufs folgt.)

Ueber das Verhalten des Wasserdampfes bei seiner Wirkung in den Dampfmaschinen.

(Schlufs.)

§ 11. Bestimmung der Expansionsleistung permanenter Gase im Allgemeinen; Expansionsleistung atmosphärischer Luft und überhitzten Wasserdampfes.

Nach Gleichung 15 ist für die Gewichtseinheit eines Gases, welches bei der Volumänderung sein Gewicht nicht ändert,

$$-\mathfrak{R}\,dt = \alpha\,\mathfrak{A}\,d\mathfrak{V} = dL,$$

nach 29^b kann man auch schreiben:

$$\mathfrak{R} = \frac{\alpha}{C(n-1)}$$

und nach Gl. 24^a:

$$\mathfrak{A} = \frac{C_0}{\mathfrak{V}^n}.$$

Man hat also;

$$dL = -\frac{\alpha}{C(n-1)}\,dt = \alpha\,C_0\,\frac{d\mathfrak{V}}{\mathfrak{V}^n} = \alpha\,C_0\,\mathfrak{V}^{-n}\cdot d\mathfrak{V}.$$

Integrirt man diesen Ausdruck, indem man das Integral zwischen den Grenzen von t_1 und t nimmt, welche dem Anfange und dem Ende der Expansion von $\mathfrak{V}_1$ auf $\mathfrak{V}$ entsprechen, so entsteht, da

$$\int x^n\cdot dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + \text{Const.}$$

$$\text{also } \int x^{-n}\,dx = \frac{x^{-n+1}}{-n+1} + \text{Const.}$$

$$= -\frac{x^{-(n-1)}}{n-1} + \text{Const.}$$

$$= -\frac{1}{n-1}\cdot\frac{1}{x^{n-1}} + \text{Const.}$$

ist:

$$\int_{L=0}^{L=L} dL = -\frac{\alpha}{C(n-1)}\int_{t=t_1}^{t=t} dt = \alpha\,C_0\int_{\mathfrak{V}=\mathfrak{V}_1}^{\mathfrak{V}=\mathfrak{V}} \mathfrak{V}^{-n}\,d\mathfrak{V}.$$

$$L = \frac{\alpha}{C(n-1)}(t_1 - t) = \frac{\alpha\,C_0}{n-1}\left(\frac{1}{\mathfrak{V}_1^{n-1}} - \frac{1}{\mathfrak{V}^{n-1}}\right)$$

$$37.\quad L = \frac{\alpha\,t_1}{C(n-1)}\left(1-\frac{t}{t_1}\right) = \frac{\alpha}{n-1}\cdot\frac{C_0}{\mathfrak{V}_1^{n-1}}\left(1-\left(\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}\right)^{n-1}\right)$$

in welcher Gleichung t_1 die Anfangstemperatur und $\mathfrak{V}_1$ das Anfangsvolum ist. Nun ist aber nach Gl. 24^a $C_0 = \mathfrak{A}_1\,\mathfrak{V}_1{}^n$, wenn $\mathfrak{A}_1$ die dem Anfangsvolum entsprechende Spannung ist. Man hat also:

$$37^a)\quad L = \frac{\alpha\,t_1}{C(n-1)}\left(1-\frac{t}{t_1}\right) = \frac{\alpha}{n-1}\cdot\mathfrak{A}_1\,\mathfrak{V}_1\left(1-\left(\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}\right)^{n-1}\right)$$

$$= \frac{\alpha}{C(n-1)}\cdot(\alpha+t_1)\left(1-\left(\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}\right)^{n-1}\right).\quad \text{(Gl. 12.)}$$

Diese wichtigen Gleichungen geben die Leistung oder Arbeit eines Gases, wenn dasselbe seine Temperatur ändert, bei gleichzeitiger Volumänderung; d. h. die äufsere Arbeit des Gases. Hierbei ist immer vorausgesetzt, dafs während der Volumänderung von Aufsen her weder Wärme zugeführt, noch abgeführt werde (§ 7). Wenn das Volum unter dieser obengenannten Voraussetzung sich ändert, so nennt man nach Rankin (vergl. Grashof, Theoretische Maschinenlehre Bd. I. S. 76) diese Aenderung eine „adiabatische", d. h. eine auf die „Undurchläfsigkeit" der Umhüllung in Betreff der Wärme, begründete.

Ist in den Gleichungen 37 und 37^a die Anfangstemperatur t_1 gröfser als die Endtemperatur t, so ist Arbeit durch die Abkühlung des Gases verrichtet worden, ist dagegen t_1 kleiner als t, d. h. hat eine Erwärmung stattgefunden, so ist Arbeit verbraucht worden. Ebenso ergiebt sich, dafs bei der Ausdehnung des Volums $\mathfrak{V}_1$ auf ein gröfseres Volum $\mathfrak{V}$ Arbeit verrichtet worden ist, und umgekehrt.

Setzt man, wie früher (§ 8 Gl. 29^b), den Atmosphärendruck

$\alpha = 10333$ Kilogramm auf d. Quadratmeter

und nach Gl. 12 für permanente Gase

$$C = 353\,\delta,$$

$$\alpha = 273,$$

so folgt für permanente Gase

$$37^b)\quad \begin{cases} L = \dfrac{29{,}_{273}}{\delta(n-1)}\,t_1\left(1-\dfrac{t}{t_1}\right) \\ = \dfrac{10333}{(n-1)}\,\mathfrak{A}_1\,\mathfrak{V}_1\left(1-\left(\dfrac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}\right)^{n-1}\right) \\ = \dfrac{29{,}_{273}}{\delta(n-1)}\,(273+t_1)\left(1-\left(\dfrac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}\right)^{n-1}\right) \end{cases}$$

in welchen Gleichungen δ das specifische Gewicht der Gasarten im Verhältnifs zum specifischen Gewicht der atmosphärischen Luft (Gl. 12), n den Exponent des Poissonschen Gesetzes (Gl. 27^a und 29^a), t_1 die Anfangstemperatur, t die Endtemperatur, $\mathfrak{V}_1$ das Anfangsvolum, $\mathfrak{V}$ das Endvolum

Digitized by Google

bezeichnet, während die Leistung L sich auf eine Gewichtseinheit (Kilogramm) des Gases bezieht (§ 2).

Für trockene atmosphärische Luft ist

$$\delta = 1$$
$$n = 1{,}41 \text{ (Gl. 32)}$$

$$37^a) \quad \begin{cases} L = 71{,}3951\, t_1 \left(1 - \frac{t}{t_1}\right) \\ = 10333 \cdot 2{,}4390\, (\mathfrak{A}_1 \mathfrak{B}_1) \left(1 - \left(\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}\right)^{0{,}41}\right) \\ = 71{,}3951\, (273 + t_1) \left(1 - \left(\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}\right)^{0{,}41}\right); \end{cases}$$

für überhitzten Wasserdampf, wenn derselbe bei 100 Grad, d. i. bei einer Atmosphäre Spannung gesättigt und von da ab überhitzt ist, ist

$$\delta = 0{,}6402 \text{ (§ 3)}$$
$$n = 1{,}2893 \text{ (Gl. 33)}$$

$$37^b) \quad \begin{cases} L = 167{,}47\, t_1 \left(1 - \frac{t}{t_1}\right) \\ = 10333 \cdot 3{,}4586\, \mathfrak{A}_1 \mathfrak{B}_1 \left(1 - \left(\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}\right)^{0{,}2893}\right) \\ = 167{,}47\, (273 + t_1) \left(1 - \left(\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}\right)^{0{,}2893}\right). \end{cases}$$

§ 12. Näherungswerth für die Expansionsleistung des Kesseldampfes, hergeleitet auf Grund der Bestimmungen des Verfassers. — Näherungswerth von Grashof. — Berechnung nach dem Mariotteschen Gesetz. — Vergleichungstabelle. — Verhalten des Dampfes in den Cylindern der Dampfmaschinen.

In Betreff des Kesseldampfes wissen wir, dafs auf denselben das Poissonsche Gesetz (§ 7) nicht anwendbar ist; dafs dasselbe innerhalb der Spannungsreihe von $0{,}6$ bis 10 Atmosphären nur als näherungsweise brauchbar betrachtet werden darf. Unter diesen Voraussetzungen gelten dann die Gleichungen für die Arbeit (Leistung) einer Gewichtseinheit (§ 11) auch für den Kesseldamf, wenn man zugleich festhält, dafs der Kesseldampf während der Expansion und Compression die Eigenschaften des Kesseldampfes behält — „de Pambour's Princip" — § 4. —

Nach Gl. 34 ist für Kesseldampf

$$n = 1{,}0643,$$
$$C = 317{,}5 \text{ (Gl. 14)},$$
$$a = 424 \text{ (Gl. 14)}.$$

Diese Werthe mit $\alpha = 10333$ (s. oben) in die Gleichungen 37ª eingesetzt, giebt:

$$38) \quad \begin{cases} L = 506{,}15\, t_1 \left(1 - \frac{t}{t_1}\right) \\ = 10333 \cdot 15{,}552\, \mathfrak{A}_1 \mathfrak{B}_1 \left(1 - \left(\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}\right)^{0{,}0643}\right) \\ = 506{,}15\, (424 + t_1) \left(1 - \left(\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}\right)^{0{,}0643}\right). \end{cases}$$

Diese Gleichungen für die Bestimmung der Expansions-Arbeit des Kesseldampfes machen keinen andern Anspruch, als den, dafs sie für den praktischen Gebrauch hinreichend genaue Resultate liefern, dabei in ihrer Anwendung nicht übermäfsig complicirt sind, und endlich, worauf besonders Werth gelegt wird, dafs sie sich aus einfachen Voraussetzungen (§ 5) leicht herleiten lassen, wobei die constanten Werthe, welche darin vorkommen, durchaus auf Grund der als richtig angenommenen Tabellen von Regnault-Zeuner-Grashof (§. 10) zu berechnen sind. Ueberall ist in möglichster Bestimmtheit zu zeigen versucht worden, in wie weit die gemachten Voraussetzungen von der Wirklichkeit abweichen.

Was nun die schärfere und genauere Bestimmung der Leistung des Kesseldampfes anbetrifft, so findet sich in Grashof, Theoretische Maschinenlehre Bd. I, § 35, eine Darstellung des hier einzuschlagenden Verfahrens. Danach kann man in der That auch für gesättigten Dampf mit wissenschaftlicher Genauigkeit die Gleichung

$$\mathfrak{A}\mathfrak{B}^m = C_0 = \mathfrak{A}_1 \mathfrak{B}_1{}^m$$

gelten lassen; nur hat nach Grashof hier der Coefficient m nicht die Bedeutung des Coefficienten n aus dem Poissonschen Gesetz (§. 7 u. 8); derselbe soll namentlich nicht ein constanter Werth sein, sondern eine Funktion von dem Verhältnifs $\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}$ und von der anfänglichen Pressung $\mathfrak{A}_1$, sodann aber von einem mit y_1 bezeichneten Werthe, welcher angiebt, wie viel Gewichtstheile die in Dampfform befindliche Wassermenge beträgt innerhalb einer Gewichtseinheit eines Gemisches von Dampf und tropfbar flüssigem Wasser, und zwar im Anfangsvolum $\mathfrak{B}_1$. (Am angef. Orte S. 171 u. 172.) Die Bestimmung dieses Werthes m für einzelne Werthe von $\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}$, von $\mathfrak{A}_1$ und y_1 ist auf Grund von zuvor berechneten Tabellen dort ausgeführt worden, und schliefslich als „Näherungswerth" für m ermittelt worden

$$m = a + b \cdot \log \frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}},$$

„unter b eine Constante, unter a eine Funktion von $\mathfrak{A}_1$ verstanden, welche mit grofser Annäherung durch die Formel

$$a = \alpha - \beta \mathfrak{A}_1 + \gamma \cdot \log \mathfrak{A}_1$$

ausgedrückt werden kann, so dafs schliefslich

$$m = \alpha - \beta \mathfrak{A}_1 + \gamma \log \mathfrak{A}_1 + b \log \frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}$$

wird, während α, β, γ, b nur noch von y_1 abhängig bleiben."

Diese Constanten werden sodann für verschiedene Werthe von y_1 ermittelt. Endlich wird, für den Fall, „dafs man sich mit einer noch geringeren Annäherung begnügen will, empfohlen, zu setzen:

$$m = 1{,}035 + 0{,}1\, y_1,$$

welches für Werthe von $y_1 > 0{,}7$ aus Proberechnungen ermittelt worden ist.

Wir haben hier stets bei unseren Rechnungen vorausgesetzt, dafs das als Anfangs-Volum betrachtete Normal-Volum $\mathfrak{B}_1$ vollkommen mit gesättigtem Wasserdampf erfüllt sei, dafs also von vornherein eine volle Gewichtseinheit Kesseldampf in Betracht komme. Unter dieser Voraussetzung wird $y_1 = 1$ und

$$m = 1{,}135.$$

Mit diesem von Grashof gefundenen Näherungswerth als Exponenten ergiebt sich denn, wenn wir denselben in die Gleichungen 37ᵇ einsetzen,

$$38^a) \quad L = 10333 \cdot 7{,}4075 \cdot \mathfrak{A}_1 \mathfrak{B}_1 \left(1 - \left(\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}\right)^{0{,}135}\right).$$

Diese Grashofsche Formel ist zur Zeit vielfach im Gebrauch, um die Expansionswirkung des Kesseldampfes in den Dampfmaschinen zu berechnen. Wir wollen daher die Resultate derselben mit den Resultaten unserer Formel 38 zusammenstellen, um dieselben mit einander zu vergleichen.

Digitized by Google

Vorher mag noch bemerkt werden, dafs, wenn man annimmt, es finde während der Expansion gar keine Abkühlung statt, und es verhalte sich der Kesseldampf dabei wie ein permanentes Gas, aus der Gleichung 6* folgt, indem man $t = t_1$ setzt,

$$\mathfrak{V}\mathfrak{A} = \mathfrak{V}_1\mathfrak{A}_1$$
$$\mathfrak{A} = \frac{\mathfrak{V}_1\mathfrak{A}_1}{\mathfrak{V}},$$

folglich nach Gleichung 15

$$dL = \alpha\mathfrak{A}d\mathfrak{V} = \alpha\mathfrak{A}_1\mathfrak{V}_1\frac{d\mathfrak{V}}{\mathfrak{V}},$$

und wenn man nun integrirt von $\mathfrak{V}_1$ bis $\mathfrak{V}$

$$\int_{L=0}^{L\ L} dL = \int \alpha\mathfrak{A}_1\mathfrak{V}_1 \int_{\mathfrak{v}\ \mathfrak{v}_1}^{\mathfrak{v}\ \mathfrak{v}} \frac{d\mathfrak{V}}{\mathfrak{V}}$$

38*. $$L = \alpha\mathfrak{A}_1\mathfrak{V}_1 \ln\frac{\mathfrak{V}}{\mathfrak{V}_1} = 10333 \cdot \mathfrak{A}_1\mathfrak{V}_1 \ln\frac{\mathfrak{V}}{\mathfrak{V}_1}.$$

Dies ist die ältere Methode, die Leistung der Expansion des Dampfes in den Cylindern der Dampfmaschinen zu bestimmen, und zwar nach dem Mariotteschen Gesetz (§ 1). Wir wollen in Folgendem die Resultate dieser Methode zugleich mit denen der Grashofschen und unserer Formel zusammenstellen, und zwar, da alle drei Formeln den Werth $10333\,\mathfrak{A}_1\mathfrak{V}_1$ gemeinschaftlich haben, so verhalten sich die Resultate wie

Mariotte	Grashof	Unserer Gleichung
$\ln\frac{\mathfrak{V}}{\mathfrak{V}_1}$	$: 7{,}14075\left(1-\left(\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}\right)^{0{,}135}\right)$	$: 15{,}4552\left(1-\left(\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}\right)^{0{,}0643}\right)$

Tabelle über die Expansionswirkung des Dampfes nach verschiedenen Formeln.

Werth von $\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}$	Mariotte $\ln\frac{\mathfrak{V}}{\mathfrak{V}_1}$	Grashof $7{,}14075\left(1-\left(\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}\right)^{0{,}135}\right)$	Unsere Formel $15{,}4552\left(1-\left(\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}\right)^{0{,}0643}\right)$	Differenz unserer Formel mit Mariotte	Differenz unserer Formel mit Grashof
0,080	2,526	2,140	2,331	— 0,195	+ 0,191
0,085	2,465	2,097	2,279	— 0,186	+ 0,182
0,090	2,407	2,056	2,229	— 0,178	+ 0,173
0,095	2,354	2,017	2,184	— 0,170	+ 0,167
0,100	2,303	1,979	2,139	— 0,164	+ 0,160
0,150	1,897	1,674	1,786	— 0,111	+ 0,112
0,200	1,605	1,447	1,529	— 0,076	+ 0,082
0,250	1,386	1,264	1,326	— 0,060	+ 0,062
0,300	1,204	1,111	1,158	— 0,046	+ 0,047
0,350	1,050	0,978	1,015	— 0,035	+ 0,036
0,400	0,916	0,863	0,890	— 0,026	+ 0,027
0,450	0,799	0,757	0,778	— 0,021	+ 0,021
0,500	0,693	0,662	0,678	— 0,015	+ 0,016
0,550	0,598	0,574	0,585	— 0,013	+ 0,011
0,600	0,511	0,494	0,502	— 0,009	+ 0,008
0,650	0,431	0,419	0,425	— 0,006	+ 0,006
0,700	0,357	0,348	0,352	— 0,005	+ 0,004
0,750	0,288	0,282	0,285	— 0,003	+ 0,003
0,800	0,223	0,220	0,221	— 0,002	+ 0,001
0,850	0,163	0,161	0,161	— 0,002	+ 0,000
0,900	0,105	0,105	0,105	— 0,000	+ 0,000
0,950	0,051	0,051	0,051	— 0,000	+ 0,000

Wenn man diese Resultate mit einander vergleicht, so fällt es auf, dafs die Resultate unserer Formel von dem kleinsten Werthe von $\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}$ ab bis zu einem Verhältnifs von $\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}} = 0{,}75$ hin fast ganz genau in der Mitte liegen zwischen den Werthen des Mariotteschen Gesetzes und der Grashofschen Formel; von $\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}} = 0{,}80$ und für gröfsere Werthe stimmen die Resultate unserer Formel und der Grashofschen bis auf die dritte Decimalstelle genau überein, und beide unterscheiden sich von hier ab von der Mariotteschen Formel überhaupt nur in der dritten Decimalstelle.

Für kleine Werthe von $\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}$ differiren die Resultate unserer Formel von der Grashofschen doch immer nicht sehr erheblich; für $\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}} = 0{,}08$ verhalten sich beide Werthe wie $\frac{2331}{2140} = 1{,}0892$, d. h. es giebt unsere Formel ein um nicht ganz 9 Procent gröfseres Resultat als die von Grashof. Setzt man nun Dampf voraus, der nicht wasserfrei ist, bei welchem also in dem obigen Ausdruck von m der Werth y_1 kleiner als 1 ist, so wird m kleiner als $1{,}135$, und dann stimmen beide Formeln noch besser überein.

Bei der praktischen Anwendung wird sich meistens schwer bestimmen lassen, welchen Gehalt an tropfbar flüssigem Wasser der Dampf im Augenblick, wo die Expansion beginnt, besitzt, d. h. welchen wirklichen Werth y_1 hat. Es kommt hinzu, dafs in der That die Versuche mit Indicatoren an Dampfmaschinen gezeigt haben, dafs die Spannungsverhältnisse sich in Maschinencylindern in einer Weise ändern, welche von dem durch die Grashofsche Formel ausgedrückten Gesetze etwas abweicht und sich mehr dem Mariotteschen Gesetze nähert, und zwar besonders auffallend bei kleinen Werthen von $\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}$. Unsere Formel weicht in ihren Resultaten in ganz entsprechender Weise von der Grashofschen nach der Richtung des Mariotteschen Gesetzes hin ab, und zwar auch um so mehr, je kleiner $\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}$ ist. Man hat die gedachte Erscheinung auf verschiedene Weise zu erklären gesucht. Zunächst indem man annahm, dafs das expandirende Volum Dampf in Wirklichkeit gröfser sei, als das aus der Cylinderfüllung, und den schädlichen Raum berechnete, weil die Dampfabschlüsse (Schieber, Ventile) nicht absolut dampfdicht halten, sondern in um so gröfserer Menge Dampf durchlassen, je mehr während der Expansion die Spannung im Cylinder abnimmt; hierdurch wird also während der Expansion Dampf zugeführt, und man hat es nicht mehr mit dem ursprünglichen Volum $\mathfrak{V}_1$, sondern mit einem gröfseren Volum zu thun. Um diesen Umstand in Rechnung zu bringen, hat man dann schätzungsweise das ursprüngliche Volum durch Hinzufügung eines vergröfserten (hypothetischen) schädlichen Raumes, den man auf das $1{,}2$ bis $2{,}0$ fache des wirklichen bemessen hat, vergröfsert. Da diese Voraussetzung aber zur Erklärung der obigen Thatsache nicht vollkommen ausreicht, so hat man darauf hingewiesen, dafs dem Dampf in der That während der Expansion Wärme zugeführt werde, denn einmal ändert sich die Temperatur der Cylinderwandungen nicht in gleicher Weise, wie die des Dampfes, sondern es nehmen die Cylinderwandungen allmählich eine gewisse mittlere Temperatur an, die gröfser ist, als die kleinste Temperatur des expandirenden Dampfes; hierdurch entstehen Verhältnisse, wie sie schon am Schlusse des § 4 erwähnt wurden; es wird zwar nicht überhitzter Dampf gebildet, aber es findet doch eine geringere Condensation während der Expansionsperiode statt, als dieselbe bei der Herleitung des Grashofschen Gesetzes

Digitized by Google

angenommen wurde. Andrerseits aber erfolgt eine Wärmezuführung während der Expansion noch dadurch, dafs bei dem Eintritt des frischen Dampfes ein Theil desselben an den Cylinderwänden, welche eine geringere Temperatur haben als dieser frische Dampf, sich niederschlägt, Wasser bildet von einer Temperatur, die immer höher ist, als diejenige, welche, zumal bei starker Expansion, der Dampf während der Expansionsperiode annimmt. Dieses Wasser aber giebt während der Expansionsperiode seine Wärme ab und vermindert dadurch in ähnlicher Weise, wie die Cylinderwandungen, die Condensation des Dampfes während der Expansionsperiode, ja es kann unter Umständen durch Verdampfung dieses Wassers während der Abnahme der Dampfspannung noch neuer Dampf sich bilden.

Man sieht aus dieser Darstellung, dafs die in § 5 gemachte Annahme, dafs der Dampf während der Expansion die Gewichtsmenge des in dampfförmigem Zustande befindlichen Wassers näherungsweise sehr wenig ändere, für den Dampf im Maschinencylinder in der That zutreffend ist; unter diesen Annahmen haben wir unsere Näherungsformeln entwickelt, und es erscheint daher wohl begründet, dafs dieselben zu vollkommen brauchbaren Resultaten führen müssen. Unsere Formel nimmt die Einflüsse der Wärmezuführung während der Expansion, welche wir soeben geschildert haben, vollkommen auf; diesen Einflüssen konnte die Grashofsche Gleichung nicht Rechnung tragen. Die Voraussetzung der Dampfdurchlässigkeit der Abschlüsse (Schieber — Ventile) kann bei unserer Formel eben so gut berücksichtigt werden, als bei jeder andern. Endlich ist, wie schon zu Anfange des Paragraphen bemerkt worden, ein gewisser Werth darauf zu legen, dafs sich die Constanten unserer Formel in sehr einfacher und durchsichtiger Weise herleiten lassen. (Vgl. § 10.)

§ 13. Anwendung der Resultate des § 12 auf die Leistung des Dampfes in den Dampfmaschinen — absolute Leistung, wirksame Leistung, schädliche Leistung, indicirte Leistung. — Bestimmung der Leistungen durch die entsprechenden Figuren. — Expansionswerth, Füllungswerth, schädlicher Raum.

Vergleichen wir die Formeln 38, 38a und b des vorigen Paragraphen, und bezeichnen wir jetzt die Expansionswirkung des Dampfes mit L_e, so läfst sich immer schreiben

39) . . . . . $L_e = \alpha \mathfrak{A}_1 \mathfrak{V}_1 \varkappa$,

in welchem Ausdruck α den Atmosphärendruck in Druckeinheiten für die Flächeneinheit, $\mathfrak{A}_1$ die Anfangsspannung des expandirenden Dampfes in Atmosphären, $\mathfrak{V}_1$ das Normal-Volum des expandirenden Dampfes (Volum einer Gewichtseinheit, § 2) beim Beginn der Expansion, und $\varkappa$ den Expansions-Coefficienten bezeichnet; und zwar ist nach den Bestimmungen des vorigen Paragraphen:

39*) nach dem Mariotte'schen Gesetz $\varkappa = \ln \frac{\mathfrak{V}}{\mathfrak{V}_1}$,

nach dem Grashof'schen Gesetz

$$\varkappa = 7{,}_{14075}\left(1 - \left(\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}\right)^{0{,}_{1408}}\right)$$

nach unseren Ermittelungen

$$\varkappa = 15{,}_{852}\left(1 - \left(\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}\right)^{0{,}_{0707}}\right)$$

Der Werth $\varkappa$ ist unabhängig vom Landesmaafs und Gewicht, wogegen für α und $\mathfrak{V}_1$ dieselbe Maafseinheit zu Grunde zu legen ist. Nimmt man, wie bisher stets geschehen, α in Kilogrammen für den Quadratmeter, so ist $\mathfrak{V}_1$ in Kubikmetern zu nehmen und man findet dann L_e in Meterkilogrammen; nimmt man α in Pfunden für den Quadratfufs, so mufs man $\mathfrak{V}_1$ in Kubikfufs nehmen, und findet dann L_e in Fufspfunden, u. s. w.

Nach Gleichung 15 ist allgemein

$$dL = \alpha \cdot \mathfrak{A} \cdot d\mathfrak{V};$$

wenn nun der Dampf in einen Raum mit constanter Spannung eintritt, so ist, wenn wir integriren, die Leistung

$$L = \alpha \cdot \mathfrak{A} \cdot \mathfrak{V}.$$

Diese Leistung des Dampfes nennen wir die Volldruckleistung im Gegensatz zu der Expansionsleistung, welche mit stetig abnehmendem Druck erfolgt, und bezeichnen sie mit L_v. Hiernach ist die Volldruckleistung eines Volums $\mathfrak{V}_1$, wenn dasselbe die constante Spannung $\mathfrak{A}_1$ hat:

40) . . . . . $L_v = \alpha \cdot \mathfrak{A}_1 \cdot \mathfrak{V}_1$;

wenn sodann dieses Volum $\mathfrak{V}_1$ mit der Anfangsspannung $\mathfrak{A}_1$ expandirt, so ist die Expansionsleistung (Gl. 39)

$$L_e = \alpha \cdot \mathfrak{A}_1 \cdot \mathfrak{V}_1 \cdot \varkappa,$$

folglich die Gesammtleistung, welche wir als absolute Leistung einer Gewichtseinheit des Dampfes mit L_a bezeichnen,

40*) . $L_a = L_v + L_e = \alpha \cdot \mathfrak{A}_1 \cdot \mathfrak{V}_1 (1 + \varkappa)$.

Wenn in Fig. 1 die Abscissen auf der Axe AC dem

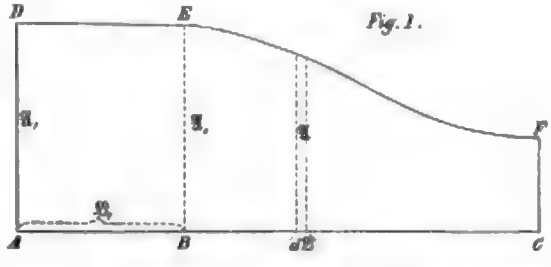


Fig. 1.

Volum, die Ordinaten (normal zu AC) den entsprechenden Spannungen proportional gemacht werden, so ist leicht zu übersehen, dafs der Inhalt der Figur $ABED$ proportional dem Werth $\mathfrak{A}_1 \mathfrak{V}_1$ und der Inhalt der Figur $BEFC$ proportional dem Werth $\Sigma(\mathfrak{A} \cdot d\mathfrak{V})$, d. i. proportional dem Werth $\mathfrak{A}_1 \cdot \mathfrak{V}_1 \cdot \varkappa$ sein mufs; es ist also der Inhalt der Figur $ADFC$ proportional der absoluten Arbeit des Dampfes. Wir nennen die so dargestellte Figur die „Figur der absoluten Arbeit des Dampfes", kurz: die „absolute Figur".

Denken wir uns nunmehr die Wirkung des Dampfes in einem Dampfmaschinencylinder:

Wenn der Kolben in seinem Anfangsstande bis auf den Boden des Cylinders reichte, und wenn die Zutrittsöffnung genau in demselben Boden angebracht wäre, wenn dieselbe dabei hinreichend grofs gedacht wird, und wenn zwischen der Kolbenfläche und dem Verschlufs dieser Oeffnung keinerlei Spielraum wäre, so würde zunächst das von dem Kolben durchlaufene Volum genau zusammenfallen mit dem vom Dampf erfüllten Volum; es würde der Dampf anfangs mit constanter Spannung eintreten, dann würde er plötzlich abgesperrt, expandirend weitere Arbeit auf den Kolben übertragen, bis zu dem Augenblick, wo der Kolben

Digitized by Google

seinen Hub vollendet hat. Die „absolute Figur“ würde dann genau proportional sein der auf den Kolben übertragenen absoluten Arbeit des Dampfes. Hätte man einen Indicator mit dem Cylinder verbunden, so würde der Stift, welcher den in jedem Augenblick des Kolbenweges vorhandenen Druck auf dem Papierstreifen markirt, während letzterer sich proportional dem Kolbenwege fortschiebt, die obere Begrenzung der absoluten Figur beschreiben; die auf den Kolben übertragene Arbeit wird unter diesen Voraussetzungen proportional der absoluten Figur sein.

Dieser ideale Zustand findet bei den Dampfmaschinen niemals vollkommen statt; und die Folge davon ist, dafs die auf den Kolben übertragene Arbeit des Dampfes für die Gewichtseinheit Dampf kleiner ist, als die absolute Figur. Wir müssen diese Abweichungen nunmehr untersuchen.

1) Zunächst fällt das von dem Kolben durchlaufene Volum keineswegs zusammen mit dem vom Dampf erfüllten Volum. Zwischen dem Kolben und dem Boden des Cylinders, sowie zwischen der Eintrittsöffnung in den Cylinder und der Abschlufsvorrichtung für den Dampf befindet sich ein Volum, welches mit Dampf gefüllt werden mufs, ohne dafs diese Dampfmenge, welche an der Expansionsarbeit mitwirkt, an der Volldruck-Arbeit des Kolbens theilnimmt. Dieses Volum nennt man den „schädlichen Raum“. Von der Figur der Volldruck-Arbeit $ADEB$ in Fig. 1 ist also, um die auf die Kolben übertragene Arbeit zu bestimmen, zunächst das dem schädlichen Raum entsprechende Volum AA_1D_1D (Fig. 2) abzuziehen, so dafs also der Kolben nicht bei A, sondern erst bei A_1 seinen Lauf

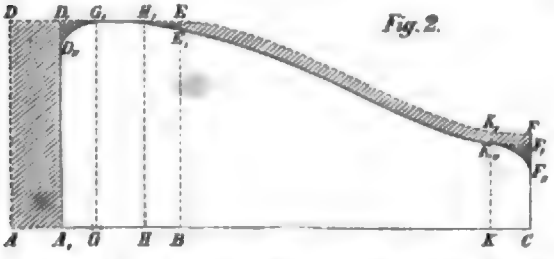


Fig. 2.

beginnt, und der an dem Cylinder angebrachte Indicator erst von dem Punkt D_1 aus die Indicatorcurve beschreiben würde. Der Einfluss dieses schädlichen Raumes besteht nun ferner darin, dafs, indem der Dampf denselben ausfüllt, ohne Arbeit auf den Kolben zu übertragen, die hierdurch frei werdende Arbeit des Dampfes sich in Wärme umsetzt, welche unter gewissen Umständen (theoretisch betrachtet) sogar auf Ueberhitzen dieses Dampfes wirken könnte; faktisch aber auf Verdampfen eines Theiles des von dem Dampf mit fortgerissenen Wassers wirkt, und theilweise auch an die Umfassungswände abgesetzt wird. Diese Vorgänge sind meist so wenig von merkbarem Einfluss, dafs man sie durchaus vernachlässigen kann.

2) Die Eintrittsöffnung für den Dampf ist häufig, wenigstens beim Beginn des Kolbenhubes, nicht weit genug, um den Dampf ohne allen Spannungsverlust durchtreten zu lassen. Wenn der Kolben bei A_1 seinen Hub beginnt, so ist die Spannung in diesem Augenblicke aus dem angeführten Grunde zuweilen noch nicht gleich $\mathfrak{P}_1$, sondern sie erreicht diesen Werth erst, nachdem der Schieber die Oeffnung weiter frei gemacht, und der Kolben also bereits ein gewisses Volum durchlaufen hat, z. B. bis G gekommen ist. Die Spannungs-Ordinate bei A_1 ist dann etwa A_1D_{11} anstatt A_1D_1, erst die Spannungs-Ordinate GG_1 wird gleich A_1D_1 und die Curve bekommt anstatt der geraden Linie D_1G_1 die Form $D_{11}G_1$, so dafs wiederum das Stück $D_1D_{11}G_1$ von der absoluten Figur verloren geht.

3) Wenn in dem Punkte B der Abschluss des Dampfes bei Beginn der Expansion plötzlich erfolgt, so bleibt die Spannung $\mathfrak{P}_1$, also die Ordinate von G bis B constant. Allein auch diese oben gemachte Voraussetzung trifft nicht immer zu. Wenn die Zutrittsöffnung für den Dampf sich sehr langsam schliefst, und zuletzt nur noch ein enger Spalt bleibt, so mufs der in den Cylinder eintretende Dampf aus dem gleichen Grunde, wie unter Nr. 2, an Spannung verlieren. Bei dem Kolbenstande B, d. h. bei dem Beginn der Expansion ist also die Dampfspannung nicht $= \mathfrak{P}_1$ und folglich die Ordinate nicht, wie in Fig. 1 BE, sondern kleiner, etwa BE_1, indem sie allmählich bis auf diesen Werth abnahm, z. B. von dem Kolbenstande H aus, wo sich der Einfluss der Verengung der Eintrittsöffnung anfängt bemerkbar zu machen. Es geht also von der absoluten Figur wieder das Stück H_1EE_1 verloren. Während in der absoluten Figur (Fig. 1) die Ordinate von D bis E constant ist, ist sie hier (Fig. 2) nur von G_1 bis H_1 constant, und fehlt von D bis D_1 ganz.

4) Es trifft aber auch eine weitere Voraussetzung, welche dem idealen Zustande zu Grunde lag, nicht zu; die Expansion beginnt nicht, wie dort, mit der Spannung $\mathfrak{P}_1$, sondern mit einer geringeren Spannung, und der Indicatorstift wird nicht, wie in der absoluten Figur, die Curve von E nach F, sondern die darunter liegende von E_1 nach F_1 hin beschreiben, so dafs wieder das Stück EE_1F_1F von der absoluten Figur verloren geht. Dieses Stück wird noch durch einen Umstand beeinflufst, der von Wichtigkeit ist. Die Expansion hat nämlich nicht, wie bei dem idealen Zustande vorausgesetzt wurde, ihren ungestörten Fortgang bis zur Vollendung des Kolbenhubes, sondern es findet häufig bereits vor Vollendung des Kolbenhubes, etwa wenn der Kolben in K steht, die Eröffnung des Austrittsweges des wirksamen Dampfes statt. Hierdurch nimmt natürlich die Spannung des wirksamen Dampfes schneller ab, als durch die Expansion allein. Wenn bei der Kolbenstellung K die Spannung durch die Ordinate KK_{11} repräsentirt wird, so mag sie bis zur Kolbenstellung C bis auf die Ordinate CF_1 durch einfache Expansion abnehmen; vermöge der Eröffnung des Dampfaustrittes sinkt die Spannungsordinate aber bis F_{11} und es geht das weitere Stück $K_{11}F_1F_{11}$ von der absoluten Figur verloren.

Die von einer Gewichtseinheit Dampf auf den Kolben wirklich übertragene Arbeit ist also nicht proportional der absoluten Figur $ADEFC$, sondern dem Flächeninhalt der Figur $A_1D_{11}G_1H_1E_1K_{11}F_{11}C$.

Diese Figur, deren Flächeninhalt proportional ist der Arbeit, welche eine Gewichtseinheit Dampf auf den Kolben wirklich überträgt, nennen wir die „Figur der wirksamen Arbeit“ — kurz: „die wirksame Figur“.

Die wirksame Figur ist also gleich der absoluten Figur, vermindert um die unter 1 bis 4 vorstehend angeführten Stücke.

Digitized by Google

Bei gut construirten Dampfmaschinen lassen sich die Verluste 2 und 3 fast ganz vermeiden, oder sie sind doch im Vergleich mit dem Verlust durch den schädlichen Raum so gering, dafs sie gegen denselben zu vernachlässigen sind; es wird dann auch der Verlust durch die Figur EE_1FF_1 fortfallen, weil die Spannung beim Beginn der Expansion unter diesen Umständen gleich der constanten Volldruckspannung ist. Wenn diese Verluste aber nicht vermieden werden können, so ist es kaum möglich, dieselben mit einiger Sicherheit auch nur annähernd durch Rechnung festzustellen. Man mufs sie bei ausgeführten Maschinen durch den Indicator unmittelbar durch Messung bestimmen, oder schätzungsweise annehmen. Unter der Voraussetzung, dafs die genannten Verluste fortfallen, oder anderweitig corrigirt werden, ist dann die wirksame Figur gleich der absoluten Figur, vermindert um das Rechteck ADD_1A_1 und um das Stück K_1FF_{11}. Nennt man das Volum des schädlichen Raumes $\mathfrak{V}_s$, so ist AA_1 nach der Voraussetzung proportional dem Werth $\mathfrak{V}_s$, folglich Rechteck ADD_1A_1 proportional dem Werth $\mathfrak{A}_1\mathfrak{V}_s$. In ganz analoger Weise läfst sich das Stück K_1FF_1 ausdrücken unter der Form $\mathfrak{V}_y\,\mathfrak{A}_y$, wenn $\mathfrak{V}_y$ dem durchlaufenen Volum KC und $\mathfrak{A}_y$ dem durchschnittlichen Spannungsverlust proportional ist. Da nun die absolute Figur dem Werth $\alpha\cdot\mathfrak{A}_1\,\mathfrak{V}_1\,(1+\varkappa)$ proportional war, so folgt, dafs die wirksame Figur sich darstellen läfst durch:

$$\alpha\left\{\mathfrak{A}_1\mathfrak{V}_1\,(1+\varkappa)-\mathfrak{A}_1\mathfrak{V}_s-\mathfrak{A}_y\mathfrak{V}_y\right\}$$
$$=\alpha\left\{\mathfrak{A}_1\mathfrak{V}_1\left(1-\frac{\mathfrak{V}_s}{\mathfrak{V}_1}-\frac{\mathfrak{V}_y\,\mathfrak{A}_y}{\mathfrak{V}_1\,\mathfrak{A}_1}+\varkappa\right)\right\}.$$

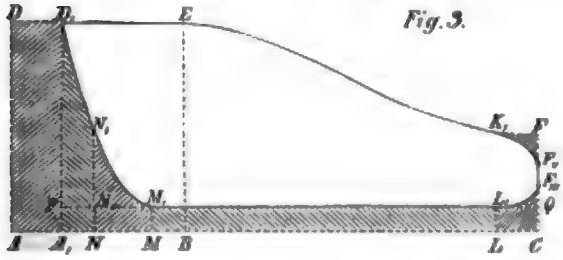


Fig. 3.

In Fig. 3 sei die wirksame Figur, abgesehen von dem Verluste Nr. 2 und 3 wieder hergestellt.

Während der arbeitende Dampf den Kolben fortschiebt, ist auf der entgegengesetzten Seite des Kolbens (Rückseite) nicht ein absolutes Vacuum. Wäre dies der Fall, so würde, da die Ordinaten der absoluten Dampfspannung entsprechen sollen, die wirksame Figur sofort die Arbeit repräsentiren, welche von dem Kolben mittelst der Kolbenstange weiter übertragen wird. Da aber auf die Rückseite des Kolbens auch noch Drucke wirksam sind, so müssen die Arbeiten dieser Drucke von der wirksamen Arbeit abgezogen werden, um die übertragene Arbeit zu finden. Diese Gegenarbeit wollen wir nun bestimmen.

Wenn der Kolben am Ende seines Weges angekommen ist, in C, so durchläuft er nun rückwärts das Volum, welches durch die Abscisse CA_1 repräsentirt wird. Wir hatten angenommen, dafs der Austrittsweg für den Dampf schon bei K_1 sich zu öffnen beginne; ist der Kolben in C, so wird dieser Austrittsweg noch nicht ganz frei sein; das geschieht erst, wenn der Kolben ein gewisses Volum rückwärts durchlaufen hat, also etwa von C bis L gekommen ist; bis dahin sinkt die Spannung des austretenden Dampfes, und erreicht bei L_1 ihr Minimum, so dafs die Figur $LL_1F_{111}C$ die Arbeit des Gegendruckes auf dieser Strecke repräsentirt. Nun bleibt der Gegendruck eine Zeit lang constant, bis der Kolben das Volum CM durchlaufen hat; die Arbeit des Gegendrucks ist hier proportional der Figur LL_1M_1M. Bei M soll die Ausflufsöffnung des Dampfes abgesperrt werden; von hier ab wird also der Dampf auf der Rückseite des Kolbens comprimirt, die Dampfspannung wächst während der Compressionsperiode, welche bis zur Durchlaufung des Volums CN andauern soll; dann öffnet sich der Eintritt für frischen Kesseldampf und die Spannung geht nun schnell aufwärts, bis sie entweder mit Vollendung des Kolbenhubes in A_1 die Anfangsspannung $\mathfrak{A}_1$ erreicht, oder, wie oben unter Nr. 2 dargestellt wurde, erst später in die volle Spannung $\mathfrak{A}_1$ übergeht, in welchem Falle bei D_1 eine Abrundung der Curve entsteht.

Die Arbeit des Gegendruckes ist also proportional der Figur $F_{111}CNN_1M_1L_1F_{111}$. Ziehen wir diese Figur von der wirksamen Figur ab, so bleibt endlich eine Figur übrig, welche von der geschlossenen Curve $D_1EK_1F_{11}F_{111}L_1M_1N_1D_1$ begrenzt ist, und welche nun proportional sein mufs der von dem Kolben weiter übertragenen Arbeit. Die Arbeit, welche dem Flächeninhalt dieser Figur proportional ist, nennt man die „indicirte Arbeit“, die Figur selbst die „indicirte Figur“ oder die „Indicatorcurve“. Es ist dies eben die Figur, welche ein mit dem Cylinder verbundener Indicator während eines Hin- und Herganges des Kolbens beschreiben würde.

Die Figur $A_1D_1N_1M_1L_1F_{111}CA_1$, welche proportional ist der Arbeit des Gegendruckes, nennen wir „die Figur der Gegenarbeit oder der schädlichen Arbeit“, kurz „die schädliche Figur“.

Die von dem Kolben weiter übertragene Arbeit, d. i. die indicirte Arbeit ist also proportional der wirksamen Figur, vermindert um die schädliche Figur.

Wir haben unter $\mathfrak{V}_1$ das Volum einer Gewichtseinheit Dampf verstanden (Normal-Volum, § 2). Haben wir G Gewichtseinheiten Dampf, so sind die gefundenen Resultate überall mit G zu multipliciren. Der Werth $G\mathfrak{V}_1$ ist dann aber das wirklich verbrauchte Dampf-Volum, und bezeichnen wir dasselbe mit $\mathfrak{O}_1$, so ist

$$\mathfrak{O}_1=G\cdot\mathfrak{V}_1,$$

folglich ist dann die wirksame Figur nach dem Obigen

$$\alpha\left\{\mathfrak{A}_1\mathfrak{O}_1\,(1+\varkappa)-\mathfrak{A}_1\mathfrak{O}_s-\mathfrak{A}_y\mathfrak{O}_y\right\},$$

unter $\mathfrak{O}_s$ und $\mathfrak{O}_y$ die Werthe $G\cdot\mathfrak{V}_s$ und $G\cdot\mathfrak{V}_y$ verstanden.

Bezeichnen wir künftig das ganze, vom Kolben wirklich durchlaufene Volum, welches wir künftig das Kolben-Volum nennen wollen, mit $\mathfrak{O}_0$, so ist A_1C in Fig. 2 und 3 proportional dem Volum $\mathfrak{O}_0$ und es ist das Schlufs-Volum nach der Expansion

$$\mathfrak{O}=\mathfrak{O}_0+\mathfrak{O}_s.$$

Wenn wir unter $\mathfrak{O}_0'$ das von dem Kolben vom Beginn seines Hubes bis zum Augenblick der beginnenden Expansion durchlaufene Volum verstehen, welches wir das Füllungs-Volum nennen wollen, so ist $\mathfrak{O}_0'$ proportional der Abscisse A_1B in Fig. 2 u. 3, und man hat

$$\mathfrak{O}_1=\mathfrak{O}_0'+\mathfrak{O}_s.$$

Das Verhältnifs $\frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}}=\frac{\mathfrak{O}_1}{\mathfrak{O}}$ in § 12 nennen wir den Expansionswerth; das Verhältnifs

41) $\cdots \quad \frac{\text{Füllungs-Volum}}{\text{Kolben-Volum}} = \frac{\mathfrak{D}_0'}{\mathfrak{D}_0} = \varepsilon$

nennen wir den **Füllungswerth** und bezeichnen denselben mit ε. Es ist dann der **Expansionswerth**

41a) $\frac{\mathfrak{P}_1}{\mathfrak{P}} = \frac{\mathfrak{D}_1}{\mathfrak{D}} = \frac{\mathfrak{D}_0' + \mathfrak{D}_z}{\mathfrak{D}' + \mathfrak{D}_z} = \frac{\frac{\mathfrak{D}_0'}{\mathfrak{D}_0} + \frac{\mathfrak{D}_z}{\mathfrak{D}_0}}{1 + \frac{\mathfrak{D}_z}{\mathfrak{D}_0}} = \frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta}$

wenn wir nämlich

41b) $\cdots \quad \frac{\text{schädlichen Raum}}{\text{Kolben-Volum}} = \zeta$

setzen. Kennt man also den Füllungswerth ε und das Verhältnifs ζ, so ist danach der Expansionswerth (Gl. 41a) zu berechnen, und diesem Werth gemäfs x (Gl. 39a) zu bestimmen. Setzt man nun die eben bestimmten Werthe in den obigen Ausdruck für die **wirksame Figur**, so entsteht für den Inhalt der **wirksamen Figur**, welcher proportional ist der von dem wirklich verbrauchten Dampfvolum $\mathfrak{D}$ auf den Kolben übertragenen Arbeit, die wir mit L_w bezeichnen,

$$L_w = \alpha \{\mathfrak{P}_1 \mathfrak{D}_1 (1+x) - \mathfrak{P}_2 \mathfrak{D}_z - \mathfrak{P}_y \mathfrak{D}_y\}$$
$$= \alpha \{\mathfrak{P}_1 (\mathfrak{D}_0' + \mathfrak{D}_z)(1+x) - \mathfrak{P}_1 \mathfrak{D}_z - \mathfrak{P}_y \mathfrak{D}_y\}$$
$$= \alpha \mathfrak{P}_1 \mathfrak{D}_0 \left\{\left(\frac{\mathfrak{D}_0'}{\mathfrak{D}_0} + \frac{\mathfrak{D}_z}{\mathfrak{D}_0}\right)(1+x) - \frac{\mathfrak{D}_z}{\mathfrak{D}_0} - \frac{\mathfrak{P}_y \mathfrak{D}_y}{\mathfrak{P}_1 \mathfrak{D}_0}\right\}$$

42) $\cdots \quad L_w = \alpha \mathfrak{P}_1 \mathfrak{D}_0 \left\{\varepsilon + (\varepsilon + \zeta) x - \frac{\mathfrak{P}_y \mathfrak{D}_y}{\mathfrak{P}_1 \mathfrak{D}_0}\right\}.$

Hiervon geht nun die **schädliche Arbeit**, welche proportional ist dem Inhalt der **schädlichen Figur** (Fig. 3) ab.

Die **schädliche Figur** (Fig. 3) können wir nun auch so berechnen, dafs wir dieselbe in das Rechteck $A_1 PQC$ und in die Figuren $L_1 F_{111} Q + MN_{11} N_1 + PD' N_1 N_{11}$ zerlegen. Bezeichnen wir den Werth der **constanten Gegendruck-Spannung** mit $\mathfrak{P}_z$, so ist das Rechteck $A_1 PQC$ durch $\mathfrak{P}_z \cdot \mathfrak{D}_0$ auszudrücken.

Die Figur $LF_{111} Q$ läfst sich, wenn wir das Volum (proportional dem Stück LC) mit $\mathfrak{D}_v$ und die mittlere Spannung in diesem Volum mit $\mathfrak{P}_v$ bezeichnen, durch $\mathfrak{P}_v \mathfrak{D}_0$ darstellen, und ebenso lassen sich die beiden andern Stücke durch $\mathfrak{P}_p \mathfrak{D}_p$ und $\mathfrak{P}_q \mathfrak{D}_q$ ausdrücken, so dafs die schädliche Figur sich ihrem Inhalte nach darstellt durch

$$L_z' = \alpha \{\mathfrak{P}_z \mathfrak{D}_0 + \mathfrak{P}_v \mathfrak{D}_v + \mathfrak{P}_p \mathfrak{D}_p + \mathfrak{P}_q \mathfrak{D}_q\}$$

42a) $= \alpha \mathfrak{P}_z \mathfrak{D}_0 \left\{1 + \frac{\mathfrak{P}_v \mathfrak{D}_v}{\mathfrak{P}_z \mathfrak{D}_0} + \frac{\mathfrak{P}_p \mathfrak{D}_p}{\mathfrak{P}_z \mathfrak{D}_0} + \frac{\mathfrak{P}_q \mathfrak{D}_q}{\mathfrak{P}_z \mathfrak{D}_0}\right\}.$

Daher ist die **indicirte Arbeit** L_i zu setzen

$$L_i = L_w - L_z',$$

42b) $\cdots \quad L_i = \alpha \mathfrak{D}_0 \left\{\mathfrak{P}_1 [\varepsilon + (\varepsilon + \zeta) x] - \right.$
$$\left. - \mathfrak{P}_z \left[1 + \frac{\mathfrak{P}_y \mathfrak{D}_y}{\mathfrak{P}_z \mathfrak{D}_0} + \frac{\mathfrak{P}_z \mathfrak{D}_z}{\mathfrak{P}_z \mathfrak{D}_0} + \frac{\mathfrak{P}_p \mathfrak{D}_p}{\mathfrak{P}_z \mathfrak{D}_0} + \frac{\mathfrak{P}_q \mathfrak{D}_q}{\mathfrak{P}_z \mathfrak{D}_0}\right]\right\}$$

Die Werthe $\frac{\mathfrak{D}_y}{\mathfrak{D}_0}, \frac{\mathfrak{D}_z}{\mathfrak{D}_0}$ u. s. w. sind von der **Construction der Steurung** abhängig. Kennt man die **Schaulinie** für die Steurung, so sind dieselben unmittelbar aus der Schaulinie zu entnehmen. Bei Steurungen, die nicht geradezu fehlerhaft construirt sind, sind diese Werthe überhaupt sehr klein. Dieselben betragen bei gut construirten Maschinen:

a) $\frac{\mathfrak{D}_z}{\mathfrak{D}_0} = \frac{\text{Volum, welches der Kolben durchläuft, während der treibende Dampf ausströmt,}}{\text{Kolben-Volum}}$
$$= \frac{K_1 F}{A_1 C} \text{ (Fig. 3)} = 0{,}018;$$

b) $\frac{\mathfrak{D}_z}{\mathfrak{D}_0} = \frac{\text{Volum, welches der Kolben durchläuft, bis der Dampf ganz frei ausströmt,}}{\text{Kolben-Volum}}$
$$= \frac{CL}{A_1 C} \text{ (Fig. 3)} = 0{,}008;$$

c) $\frac{\mathfrak{D}_p}{\mathfrak{D}_0} = \frac{\text{Volum, welches der Kolben durchläuft, während der Gegendampf comprimirt wird,}}{\text{Kolben-Volum}}$
$$= \frac{MN}{A_1 C} \text{ (Fig. 3)} = 0{,}044;$$

d) $\frac{\mathfrak{D}_q}{\mathfrak{D}_0} = \frac{\text{Volum, welches unter Einströmung des Gegendampfes durchlaufen wird,}}{\text{Kolben-Volum}}$
$$= \frac{NA_1}{A_1 C} \text{ (Fig. 3)} = 0{,}002.$$

Schwieriger als die Bestimmung der Volum-Verhältnisse ist die Bestimmung der **Spannungs-Verhältnisse**.

Die Spannung $\mathfrak{P}_y$ ist der **Mittelwerth der Spannungs-Differenz** zwischen der Spannung, welche der Dampf haben würde, wenn die Expansion ihren ungestörten Fortgang nähme, und derjenigen Spannung, welche derselbe wirklich hat, indem zugleich mit der Expansion eine Ausströmung des wirkenden Dampfes erfolgt. Diese mittlere Spannungsdifferenz ist offenbar abhängig sowohl von der Spannung des ausströmenden Dampfes, als auch von der Spannung des Gegendruckes. Immerhin aber wird diese Differenz, welche am **Schlufs des Kolbenhubes** sich durch die Ordinate EF_{11} in Fig. 3 charakterisirt, einen sehr kleinen Werth haben, der, wenn er auch etwas zu hoch oder zu niedrig angenommen wird, keinen sehr erheblichen Einfluss auf das Resultat haben kann. Aehnlich verhält es sich mit der Spannung $\mathfrak{P}_z$, welches die **Mittelspannung** in dem sehr kleinen Volum CL ist, und deren gröfster Werth durch die Ordinate QF_{111} verzeichnet wird. Wir schätzen auf Grund von vorliegenden Indicatorcurven den Werth

$\mathfrak{P}_y = 0{,}5\, \mathfrak{P}_z = \mathfrak{P}_z$, so dafs also

c) $\frac{\mathfrak{D}_y}{\mathfrak{D}_0} \cdot \frac{\mathfrak{P}_y}{\mathfrak{P}_z} + \frac{\mathfrak{D}_z}{\mathfrak{D}_0} \cdot \frac{\mathfrak{P}_z}{\mathfrak{P}_z} = 0{,}018 \cdot 0{,}5 + 0{,}008 \cdot 0{,}5 = 0{,}013$

anzunehmen ist.

Die Spannung $\mathfrak{P}_p$ ist die **mittlere Spannung** des comprimirten Dampfes, während der Kolben das Volum $\mathfrak{D}_p$ durchläuft. Wenn in M der Austritt des Gegendampfes abgesperrt ist, so ist dessen Spannung $\mathfrak{P}_z$; das zu comprimirende Volum ist $\mathfrak{D}_z + \mathfrak{D}_q + \mathfrak{D}_p$. Das Schlufs-Volum am Ende der Compression ist:

$$\mathfrak{D}_z + \mathfrak{D}_q,$$

folglich das **Volum-Verhältnifs der Compression**

$$\frac{\mathfrak{D}_z + \mathfrak{D}_q + \mathfrak{D}_p}{\mathfrak{D}_z + \mathfrak{D}_q} = 1 + \frac{\mathfrak{D}_p}{\mathfrak{D}_z + \mathfrak{D}_q} = 1 + \frac{\frac{\mathfrak{D}_p}{\mathfrak{D}_0}}{\frac{\mathfrak{D}_z}{\mathfrak{D}_0} + \frac{\mathfrak{D}_q}{\mathfrak{D}_0}}$$

und indem man die entsprechenden Werthe einsetzt, entsteht (Gl. 41b. Gl. c und d)

$$1 + \frac{0{,}044}{\zeta + 0{,}002}.$$

Digitized by Google

Nach Gleichung 24 ist folglich die Schlufsspannung

$$\mathfrak{A} = \mathfrak{A}_e \left(1 + \frac{0{,}044}{\zeta + 0{,}002}\right)^n,$$

worin nach Gl. 34 $n = 1{,}0643$ zu setzen ist. Der Ausdruck in der Klammer ist gröfser als 1. Für den Fall, dafs $\zeta = 0{,}05$ ist, nimmt derselbe den Werth $1 + \frac{0{,}044}{\zeta + 0{,}002} = 1{,}8464$ an, und wenn $\zeta = 0{,}015$ ist, den Werth $2{,}1892$. Es ist

$$1{,}8464^{1{,}064} = 1{,}9207 = 1{,}0402 \cdot 1{,}8464,$$
$$2{,}1892^{1{,}064} = 2{,}3023 = 1{,}0518 \cdot 2{,}1892.$$

Wir werden daher ohne erheblichen Fehler setzen können im Mittel die Schlufsspannung nach der Compression

$$\mathfrak{A} = 1{,}048\, \mathfrak{A}_e \left(1 + \frac{0{,}044}{\zeta + 0{,}002}\right).$$

Diese Schlufsspannung wird in Fig. 3 durch die Ordinate NN_1 repräsentirt, es ist folglich die Ordinate

f) $$N_{11} N_1 = \mathfrak{A} - \mathfrak{A}_e = 0{,}046\, \mathfrak{A}_e + 1{,}046\, \mathfrak{A}_e \frac{0{,}044}{\zeta + 0{,}002}.$$

Nehmen wir an, dafs die mittlere Spannung $\mathfrak{A}_p$ näherungsweise die Hälfte der Schlufsspannung sei, welches für das sehr kleine Volum $M_1 N_1 N_{11}$ ohne erheblichen Fehler geschehen kann, so hätten wir

g) $$\mathfrak{A}_p = \mathfrak{A}_e \left(0{,}023 + 0{,}523 \frac{0{,}044}{\zeta + 0{,}002}\right)$$

und den Werth mit Rücksicht auf ε)

h) $$\frac{\mathfrak{A}_p}{\mathfrak{A}_e} \cdot \frac{\mathfrak{D}_p}{\mathfrak{D}_0} = 0{,}044 \left(0{,}023 + 0{,}523 \frac{0{,}044}{\zeta + 0{,}002}\right)$$
$$= 0{,}001 \left(1 + \frac{1}{\zeta + 0{,}002}\right).$$

Nun bleibt noch übrig, den Werth

$$\frac{\mathfrak{A}_q}{\mathfrak{A}_e} \cdot \frac{\mathfrak{D}_q}{\mathfrak{D}_0}$$

zu bestimmen. Die Anfangsspannung in dem Volum $N_1 N_{11} PD_1$ ist durch die Ordinate $N_1 N_{11}$ repräsentirt, also nach f) durch den Werth

$$0{,}046\, \mathfrak{A}_e + 1{,}046\, \mathfrak{A}_e \frac{0{,}044}{\zeta + 0{,}022},$$

die Schlufsspannung in diesem Volum ist durch die Ordinate PD_1 dargestellt, gleich $\mathfrak{A}_1 - \mathfrak{A}_e$.

Nehmen wir wieder die mittlere Spannung bei diesem sehr kleinen Volum gleich dem Mittel aus der Anfangs- und Schlufsspannung, so ist

$$\mathfrak{A}_q = \frac{1}{2}\left(0{,}046\, \mathfrak{A}_e + 1{,}046\, \mathfrak{A}_e \frac{0{,}044}{\zeta + 0{,}022} + \mathfrak{A}_1 - \mathfrak{A}_e\right)$$
$$= 0{,}5\, \mathfrak{A}_1 + 0{,}523\, \mathfrak{A}_e \frac{0{,}044}{\zeta + 0{,}022} - 0{,}477\, \mathfrak{A}_e.$$

Mit Rücksicht auf Gl. d ist also

i) $$\frac{\mathfrak{A}_q}{\mathfrak{A}_e} \cdot \frac{\mathfrak{D}_q}{\mathfrak{D}_0} = 0{,}002\left(0{,}5 \frac{\mathfrak{A}_1}{\mathfrak{A}_e} + 0{,}523 \cdot \frac{0{,}044}{\zeta + 0{,}022} - 0{,}477\right)$$
$$= 0{,}001 \frac{\mathfrak{A}_1}{\mathfrak{A}_e} + \frac{0{,}000046}{\zeta + 0{,}022} - 0{,}000954.$$

Daher ist: aus h und i

k) $$\frac{\mathfrak{A}_p}{\mathfrak{A}_e} \cdot \frac{\mathfrak{D}_p}{\mathfrak{D}_0} + \frac{\mathfrak{A}_q}{\mathfrak{A}_e} \cdot \frac{\mathfrak{D}_q}{\mathfrak{D}_0} = 0{,}001 \frac{\mathfrak{A}_1}{\mathfrak{A}_e} + 0{,}000046 + \frac{0{,}001046}{\zeta + 0{,}022},$$

worin der Werth $0{,}000046$ als sehr klein zu vernachlässigen ist.

Setzen wir nun die Werthe e) und k) in den Ausdruck 42b, so entsteht für die indicirte Arbeit

$$L_i = a \mathfrak{D}_0 \mathfrak{A}_1 \left\{\varepsilon - 0{,}001 + x(\varepsilon + \zeta) - \frac{\mathfrak{A}_e}{\mathfrak{A}_1}\left[1{,}018 + \frac{0{,}001}{\zeta + 0{,}022}\right]\right\},$$

worin nach Gl. 39a, indem man für $\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}$ nach Gl. 41a zu setzen hat

$$\frac{\mathfrak{D}_1}{\mathfrak{D}} = \frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}} = \frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta},$$

43) nach dem Mariotteschen Gesetz

$$x = \ln \frac{1 + \zeta}{\varepsilon + \zeta},$$

- - Grashofschen Gesetz

$$x = 7{,}4078 \left(1 - \left(\frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta}\right)^{0{,}111}\right),$$

- unseren Ermittelungen

$$x = 15{,}552 \left(1 - \left(\frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta}\right)^{0{,}0644}\right),$$

und zwar ist hierin nach Gl. 41 ε der Füllungswerth und nach Gl. 41b ζ das Verhältnifs des schädlichen Raumes zum Kolben-Volum.

Wenn man aus ε und ζ zuerst $\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}$ berechnet, so kann man die Werthe von x sofort aus der Tabelle des § 20 entnehmen. z. B. für $\varepsilon = 0{,}5$ $\zeta = 0{,}05$ ist

$$\frac{\mathfrak{D}_1}{\mathfrak{D}} = \frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}} = \frac{0{,}55}{1{,}05} = 0{,}52;$$

für $0{,}50$ ist nach der Tabelle in § 12 nach unseren Ermittelungen

$$x = 0{,}6678,$$

für $0{,}55$ . . . . $x = 0{,}5651$,

Differenz für $0{,}05$ . . . $0{,}0027$,

- - $0{,}01$ . . . $0{,}01286$,

- - $0{,}02$ . . . $0{,}02572$,

x für $0{,}52 = 0{,}6678 - 0{,}00027 = 0{,}6641$.

§ 14. Anwendung auf Maschinen nach Woolfschem System. Zusammenhang der theoretischen indicirten Figur mit der wirklichen Indicatorcurve.

Wenn man eine Dampfmaschine nach Woolfschem System hat, so tritt der Dampf zunächst in den kleinen Cylinder, expandirt in demselben, tritt dann in den grofsen Cylinder und expandirt dort weiter. Wenn man immer die Voraussetzung gelten läfst, dafs die Abscissen sich verhalten wie die Volumina, und wenn dann in Fig. 4 wieder AC proportional ist dem Schlufs-Volum, welches

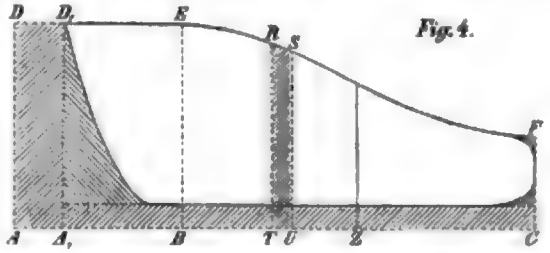


Fig. 4.

der Dampf am Ende der Expansion hat, so mufs natürlich die absolute Figur sich genau in derselben Weise

Digitized by Google

darstellen, wie vorhin; aber um die wirksame Figur zu erhalten, ist zu berücksichtigen, daſs der Dampf bei dem Uebergange von dem kleinen Cylinder zu dem groſsen Cylinder abermals einen schädlichen Raum zu erfüllen hat, welcher von dem Kolben nicht nutzbar durchlaufen wird, und welcher eine ähnliche Rolle spielt, wie der schädliche Raum vor dem Eintritt in den kleinen Cylinder.

Ist in Fig. 4 *ADEFC* die wie früher verzeichnete absolute Figur, und ist A_1T proportional dem im kleinen Cylinder durchlaufenen Volum, TU proportional dem zweiten schädlichen Raum, AC proportional dem Schluſs-Volum, so ist, da am Schluſs der Expansion nur der groſse Cylinder und die beiden schädlichen Räume mit Dampf gefüllt sind,

$$AC - AA_1 - TU = (A_1T + UC)$$

proportional dem im groſsen Cylinder durchlaufenen Volum. Nennt man noch $\mathfrak{A}_n$ die im zweiten schädlichen Raum wirksame mittlere Spannung und $\mathfrak{O}_n$ das Volum dieses schädlichen Raumes, so ist jetzt die wirksame Figur wie in Gl. 42, nur um die Figur $RSUT = \mathfrak{A}_n\mathfrak{O}_n$ vermindert.

$$44)\quad L_w = \alpha\cdot\mathfrak{A}_1\mathfrak{O}_0\left\{\varepsilon + (\varepsilon+\zeta)\varkappa - \frac{\mathfrak{A}_y\cdot\mathfrak{O}_y}{\mathfrak{A}_1\mathfrak{O}_0} - \frac{\mathfrak{A}_n}{\mathfrak{A}_1}\cdot\frac{\mathfrak{O}_n}{\mathfrak{O}_0}\right\}$$

indem wir unter $\mathfrak{O}_0$ das Kolben-Volum des groſsen Cylinders,

$\mathfrak{A}_1$ die Anfangsspannung, mit welcher der Dampf zur Wirkung gelangt,

$$\zeta = \frac{\mathfrak{O}_x}{\mathfrak{O}_0} = \frac{\text{dem schädlichen Raum in dem kleinen Cylinder}}{\text{Kolben-Volum des groſsen Cylinders,}}$$

$$44^a)\quad \frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}} = \frac{\mathfrak{O}_1}{\mathfrak{O}} = \frac{\mathfrak{O}_0' + \mathfrak{O}_x + \mathfrak{O}_n}{\mathfrak{O}_0 + \mathfrak{O}_x + \mathfrak{O}_n} = \frac{\frac{\mathfrak{O}_0'}{\mathfrak{O}_0} + \frac{\mathfrak{O}_x}{\mathfrak{O}_0} + \frac{\mathfrak{O}_n}{\mathfrak{O}_0}}{1 + \frac{\mathfrak{O}_x}{\mathfrak{O}_0} + \frac{\mathfrak{O}_n}{\mathfrak{O}_0}}$$

$$= \frac{\varepsilon + \varrho + \zeta_1}{1 + \varrho + \zeta_1},$$

$$\varepsilon = \frac{\mathfrak{O}_0'}{\mathfrak{O}_0} = \frac{\text{Füllungs-Volum}}{\text{Kolben-Volum des groſsen Cylinders}}$$

verstehen, und wenn wir noch setzen

$$\zeta_1 = \frac{\mathfrak{O}_n}{\mathfrak{O}_0} = \frac{\text{schädlichem Raum vor dem groſsen Cylinder}}{\text{Kolben-Volum des groſsen Cylinders,}}$$

so ist

$$44^b)\quad L_w = \alpha\mathfrak{A}_1\mathfrak{O}_0\left\{\varepsilon + (\varepsilon+\zeta)\varkappa - \frac{\mathfrak{A}_y\mathfrak{O}_y}{\mathfrak{A}_1\mathfrak{O}_0} - \zeta_1\frac{\mathfrak{A}_n}{\mathfrak{A}_1}\right\}.$$

Um die Spannung $\mathfrak{A}_n$ zu bestimmen, sei zunächst das Kolben-Volum des kleinen Cylinders $\mathfrak{O}_k$, sowie

$$\frac{\mathfrak{O}_0}{\mathfrak{O}_k} = \frac{\text{Kolben-Volum des groſsen Cylinders}}{\text{Kolben-Volum des kleinen Cylinders}} = \tau,$$

$$\frac{\mathfrak{O}_0'}{\mathfrak{O}_k} = \frac{\text{Füllungs-Volum}}{\text{Kolben-Volum des kleinen Cylinders}} = \varepsilon_k,$$

folglich $\frac{\mathfrak{O}_x}{\mathfrak{O}_k} = \frac{\mathfrak{O}_0\cdot\zeta}{\frac{\mathfrak{O}_0}{\tau}} = \zeta\tau$, dann ist die Schluſsspannung im kleinen Cylinder nach Gl. 24 und 34

$$\overline{TR} = \mathfrak{A}_n' = \mathfrak{A}_1\left(\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}\right)^n = \mathfrak{A}_1\left(\frac{\mathfrak{O}_0' + \mathfrak{O}_x}{\mathfrak{O}_k + \mathfrak{O}_x}\right)^n = \mathfrak{A}_1\left(\frac{\varepsilon_k + \zeta\tau}{1+\zeta\tau}\right)^{1,0648}$$

und die Anfangsspannung im groſsen Cylinder:

$$\overline{US} = \mathfrak{A}_{n11} = \mathfrak{A}_1\left(\frac{\varepsilon_k + \zeta\tau}{1 + \tau(\zeta+\zeta_1)}\right)^{1,0648}$$

Nehmen wir die mittlere Spannung in dem immerhin sehr kleinen Volum $\mathfrak{O}_n$ gleich dem Mittel aus den Spannungen $\mathfrak{A}_{n1}$ und $\mathfrak{O}_{n11}$, so ist

$$44^c)\quad \mathfrak{A}_n = \frac{\mathfrak{A}_{n1} + \mathfrak{A}_{n11}}{2} = \tfrac{1}{2}\mathfrak{A}_1\left\{\left(\frac{\varepsilon_k + \zeta\tau}{1+\zeta\tau}\right)^{1,0648} + \right.$$
$$\left. + \left(\frac{\varepsilon_k + \zeta\tau}{1 + \tau(\zeta+\zeta_1)}\right)^{1,0648}\right\}$$

In den meisten Fällen wird man keinen irgend erheblichen Fehler machen, wenn man anstatt $n = 1{,}0648$ das Mariottesche Gesetz anwendet, und die Abnahme der Spannung innerhalb des schädlichen Raums vernachlässigt, also $\mathfrak{A}_n = \mathfrak{A}_{n1}$ setzt, dann ist

$$\mathfrak{A}_n = \mathfrak{A}_1\frac{\varepsilon_k + \zeta\tau}{1+\zeta\tau},$$

folglich für Woolfsche Maschinen die wirksame Figur

$$44^d)\quad L_w = \alpha\mathfrak{A}_1\mathfrak{O}_0\left\{\varepsilon + (\varepsilon+\zeta)\varkappa - \zeta_1\frac{\varepsilon_k+\zeta\tau}{1+\zeta\tau}\frac{\mathfrak{A}_y}{\mathfrak{A}_1}\cdot\frac{\mathfrak{O}_y}{\mathfrak{O}_0}\right\}.$$

Es folgt nun, indem man die schädliche Figur abzieht, in ganz gleicher Weise, wie früher, die indicirte Arbeit für Woolfsche Maschinen

$$45)\quad \begin{cases} L_i = \alpha\mathfrak{A}_1\mathfrak{O}_0\left\{\varepsilon + (\varepsilon+\zeta)\varkappa - \zeta_1\frac{\varepsilon_k+\zeta\tau}{1+\zeta\tau} - 0{,}001 - \right. \\ \qquad \left. - \frac{\mathfrak{A}_0}{\mathfrak{A}_1}\left[1{,}018 + \frac{0{,}001}{\zeta + 0{,}032}\right]\right\}, \\ \qquad \text{worin } \frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}} = \frac{\varepsilon+\zeta+\zeta_1}{1+\zeta+\zeta_1} \\ \text{nach dem Mariotteschen Gesetz} \\ \qquad \varkappa = \ln\frac{1+\zeta+\zeta_1}{\varepsilon+\zeta+\zeta_1}, \\ \text{nach Grashof} \\ \qquad \varkappa = 7{,}4075\left[1 - \left(\frac{\varepsilon+\zeta+\zeta_1}{1+\zeta+\zeta_1}\right)^{0{,}135}\right], \\ \text{nach unseren Ermittelungen} \\ \qquad \varkappa = 15{,}552\left[1 = \left(\frac{\varepsilon+\zeta+\zeta_1}{1+\zeta+\zeta_1}\right)^{0{,}0648}\right] \end{cases}$$

zu setzen ist.

Bei den eincylindrigen Maschinen muſs die von uns bestimmte „indicirte Figur" mit derjenigen zusammenfallen, welche ein an dem Cylinder angebrachter Indicator beschreibt, weil bei den eincylindrigen Maschinen die von dem Dampf erfüllten Volumina wachsen, wie die vom Kolben durchlaufenen Wege.

Anders verhält es sich mit den Maschinen nach Woolfschem System. So lange der Dampf in den kleinen Cylinder eintritt, wachsen die vom Dampf erfüllten Räume allerdings, wie die von dem kleinen Kolben durchlaufenen Wege; indessen, sobald der Dampf aus dem kleinen in den groſsen Cylinder überströmt, ist jedesmal der von dem Dampf erfüllte Raum gleich dem von dem groſsen Kolben bereits durchlaufenen Volum plus dem von dem kleinen Kolben noch zu durchlaufenden Volum, plus den beiden schädlichen Räumen.

$$45^a)\quad \begin{cases} \text{Es sei } a_y \text{ der Querschnitt des groſsen Kolbens,} \\ \qquad a_k \text{ der Querschnitt des kleinen Kolbens,} \\ \qquad l_y \text{ der Gesammtweg des groſsen Kolbens,} \\ \qquad l_k \text{ der Gesammtweg des kleinen Kolbens,} \\ \qquad l_y' \text{ und } l_k' \text{ die von dem groſsen und kleinen Kolben in gleichen Zeiten aus ihren Anfangsstellungen durchlaufenen Wege,} \end{cases}$$

Digitized by Google

45a) $\frac{l_g}{l_k} = \frac{l_g'}{l_k'} = \tau_1$ das Verhältnifs zwischen den gleichzeitig durchlaufenen Wegen, und l_0 der Weg, welchen der kleine Kolben vom Anfange seines Hubes bis zum Beginn der Expansion zurückgelegt hat.

Es ist:

45b) . . .
$$\begin{cases} \mathfrak{O}_0 = a_g \cdot l_g, \\ \mathfrak{O}_0' = a_k l_0, \\ \varepsilon = \frac{\mathfrak{O}_0'}{\mathfrak{O}_0} = \frac{a_k l_0}{a_g l_g}, \\ \tau = \frac{a_g l_g}{a_k l_k} = \frac{a_g}{a_k} \cdot \tau_1, \\ \frac{a_g}{a_k} = \frac{\tau}{\tau_1}. \end{cases}$$

Der bei irgend einer Stellung beider Kolben mit expandirendem Dampf erfüllte Raum:

$$a_g l_g' + (a_k l_k - a_k l_k') + a_g l_g (\zeta + \zeta_1).$$

In Fig. 4 sollten die Abcissen den mit Dampf erfüllten Volumen entsprechen; es ist also

$$\begin{aligned} A_1 C &= a_g l_g, \\ A_1 T &= a_k l_k, \\ A A_1 &= a_g l_g \zeta, \\ TU &= a_g l_g \zeta_1. \end{aligned}$$

Für irgend eine Kolbenstellung, dem Wege l_g' des grofsen oder dem gleichzeitigen Wege l_k' des kleinen Kolbens entsprechend, sei AZ die zugehörige Abcisse, dann mufs sein, wie so eben ermittelt:

$$AZ = a_g l_g' + a_k l_k - a_k l_k' + a_g l_g (\zeta + \zeta_1).$$

Es ist aber

$$\begin{aligned} UZ &= AZ - (AA_1 + A_1 T + TU) \\ &= AZ - (a_g l_g \zeta + a_k l_k + a_g l_g \zeta_1), \end{aligned}$$

folglich

46) . . . $UZ = a_g l_g' - a_k l_k',$

$$= l_g' a_g \left(1 - \frac{1}{\tau}\right),$$

$$= l_g' a_g \left(\frac{\tau - 1}{\tau}\right).$$

Die in dem Punkt Z stattfindende Ordinate ist dann die Spannung, welche vorhanden ist, wenn der grofse Kolben den Weg l_g' von seiner Endstellung, folglich der kleine Kolben den Weg l_k' zurückgelegt hat; diese Spannung wirkt auf den grofsen Kolben als treibender Druck, und gleichzeitig auf den kleinen Kolben als Gegendruck. Ist also die indicirte Figur in Fig. 4 construirt, so kann man sehr leicht für irgend eine Stellung des grofsen Kolbens die entsprechende Spannung finden; man braucht nur ein Stück AU abzuschneiden, welches gleich

$$a_g l_g (\zeta + \zeta_1) + a_k l_k = a_g l_g \left(\zeta + \zeta_1 + \frac{1}{\tau}\right)$$

ist, und von U aus das Stück $UZ = l_g' a_g \left(\frac{\tau - 1}{\tau}\right)$ abzutragen; die in diesem Punkt stattfindende Ordinate giebt die gesuchte Spannung.

Wenn in dem Punkt Z die Spannung $\mathfrak{A}_z$ ist, so ist in diesem Augenblick die Arbeit, welche der Dampf verrichtet, indem derselbe durch Expansion aus dem kleinen in den grofsen Cylinder tritt,

$$\begin{aligned} \mathfrak{A}_z \cdot d \cdot (\overline{UZ}) &= \mathfrak{A}_z \cdot d \cdot (a_g l_g' - a_k l_k') \quad \text{(Gl. 46)} \\ &= a_g \cdot \mathfrak{A}_z d l_g' - a_k \mathfrak{A}_z d l_k'. \end{aligned}$$

Die ganze durch Expansion auf diese Weise verrichtete Arbeit ist der Flächeninhalt der Figur $USCF$.

$$\text{Figur } (USCF) = a_g \int_{l_g' = 0}^{l_g' = l_g} \mathfrak{A}_z d l_g' - a_k \int_{l_k' = 0}^{l_k' = l_k} \mathfrak{A}_z d l_k'.$$

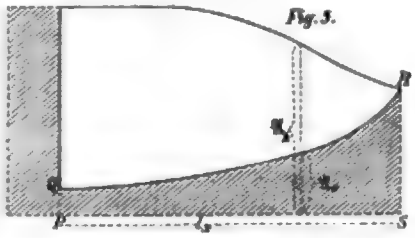
Hierzu kommt die in dem kleinen Cylinder verrichtete Arbeit, welche durch die wirksame Figur $A_1 D_1 RT$ ausgedrückt wird, und zwar läfst sich diese Figur darstellen

$$\text{Figur } (A_1 D_1 RT) = a_k \int_{l_k' = 0}^{l_k' = l_k} \mathfrak{A}_k d l_k'$$

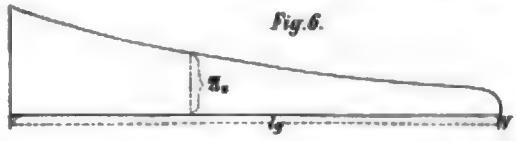
Demnach ist der Inhalt der ganzen wirksamen Figur

46a) $$L_w = a_k \int_{l_k' = 0}^{l_k' = l_k} (\mathfrak{A}_k - \mathfrak{A}_z) d l_k' + a_g \int_{l_g' = 0}^{l_g' = l_g} \mathfrak{A}_z \cdot d l_g',$$

worin unter $\mathfrak{A}_k$ die im kleinen Cylinder stattfindenden Spannungen verstanden sind. Die Ausdrücke unter den Integralzeichen sind eben die von den Indicatoren wirklich beschriebenen Indicatorfiguren im grofsen und kleinen Cylinder während eines Kolbenhubs. Berechnet man den Flächeninhalt der bei dem kleinen Cylinder beschriebenen Figur (Fig. 5) und multiplicirt man denselben mit



dem Kolbenquerschnitt a_k und berechnet man den Flächeninhalt der bei dem grofsen Cylinder beschriebenen Figur (Fig. 6) und multiplicirt man denselben mit dem Kol-



benquerschnitt a_g, so erhält man in der Summe beider Producte die wirksame Arbeit während eines Kolbenhubes, und diese Summe ist wie oben gleich dem Flächeninhalt der in Fig. 4 construirten wirksamen Figur.

Uebrigens ist zu bemerken, dafs man durchaus nicht nöthig hat, um die wirksame Figur zu erhalten, für beide Cylinder Indicatorcurven zu nehmen, denn da die Spannung $\mathfrak{A}_z$ für irgend einen Kolbenstand zugleich im grofsen und im kleinen Cylinder stattfindet, und zwar im grofsen Cylinder als treibender Druck, im kleinen Cylinder als Gegendruck, so ist, weil das Verhältnifs der beiden Kolbenwege in jedem Augenblick constant ist, nämlich

$$\frac{d l_g'}{d l_k'} = \frac{l_g}{l_k} = \tau_1,$$

Digitized by Google

$$a_g \int_{l'_g=0}^{l'_g=l_g} \mathfrak{A}_x \, dl'_g = a_g \int_{l'_k=0}^{l'_k=l_k} \mathfrak{A}_x \tau_1 \, dl'_k$$

$$= a_k \frac{a_g}{a_k} \tau_1 \int_{l'_k=0}^{l'_k=l_k} \mathfrak{A}_x \cdot dl'_k = \tau a_k \int_{l'_k=0}^{l'_k=l_k} \mathfrak{A}_x \cdot dl'_k.$$

Der Werth hinter den Integralzeichen ist aber der Flächeninhalt der Figur (*PQRS*) in Fig. 5 der bei dem kleinen Cylinder beschriebenen schädlichen Figur; man bedarf also nur dieses einen Indicator-Diagramms, denn indem man den Flächeninhalt der genannten Figur (*PQRS*) mit $\tau \cdot a_k = a_g$ multiplicirt, erhält man den Flächeninhalt der Figur 6. Die Figur 4, welche sich aus der theoretischen Betrachtung der Arbeit des Dampfes ergab, wollen wir im Gegensatz zu den von dem Indicator wirklich beschriebenen Curven die „theoretische indicirte Figur" nennen. Um den Flächeninhalt der „theoretischen indicirten Figur" (Fig. 4) zu bekommen, ist dann von dem Flächeninhalt der Fig. 6 noch der Flächeninhalt der schädlichen Figur, welche dem Gegendruck gegen den grofsen Kolben entspricht, abzuziehen; diesen Gegendruck kann man durch ein sogenanntes „Vacuummeter" ermitteln.

Uebrigens ist sehr leicht die Figur 6 zu zeichnen, wenn Fig. 5 durch Beobachtung gefunden ist. Man mache VW gleich dem Hub des grofsen Cylinders (l_g); theile $PS = l_k$ und $VW = l_g$ in gleich viele gleiche Theile, und errichte in den Theilpunkten Normalen; sodann mache die auf VW errichteten Normalen der Reihe nach gleich der in dem entsprechenden Theilpunkt auf PS stattfindenden Ordinate des Gegendrucks im kleinen Cylinder ($\mathfrak{A}_x$), denn dieser Gegendruck ist gleich dem gleichzeitigen wirksamen Druck im grofsen Cylinder.

Auch die theoretische indicirte Figur 4 läfst sich leicht aus der beobachteten Figur 5 construiren; nämlich so: Man theile eine gerade Linie von der Länge VW (Fig. 6) gleich l_g nach dem Verhältnifs $\frac{1}{\tau}$. Trage dann auf einer geraden Linie AC (Fig. 4) das Stück $AA_1 = Gl_g$, das Stück $A_1T = \frac{1}{\tau} l_g$, das Stück $TU = \zeta_1 l_g$, das Stück $UC = \left(\frac{\tau - 1}{\tau}\right) l_g$. (Gl. 46). Nun theile man die Länge PS in Fig. 5 und die Länge A_1T in Fig. 4 in gleich viel gleiche Theile, errichte in den Theilpunkten Normalen, und mache die Normalen auf A_1T gleich den Ordinaten $\mathfrak{A}_x$ in den entsprechenden Theilpunkten von PS, welche dem wirksamen Druck entsprechen. Theilt man nun UC in Fig. 4 und PS in Fig. 5 wieder in gleich viel gleiche Theile, errichtet in den Theilpunkten Ordinaten, und macht die Normalen auf UC (Fig. 4) gleich den Ordinaten $\mathfrak{A}_x$ in Fig. 5, welche den entsprechenden Theilpunkten angehören, so ergiebt sich Figur 4. Die Richtigkeit des Verfahrens ist nach den obigen Entwickelungen leicht nachzuweisen.

Man wird übrigens durch Betrachtung der theoretischen indicirten Figur (Fig. 4) sofort erkennen, dafs, wenn man von dem zweiten schädlichen Raum $TRSU$ absieht, es für die Gesammtleistung ganz gleichgiltig ist, wieviel der Dampf im kleinen und wieviel er im grofsen Cylinder expandirt; es kommt, wenn $\zeta_1 = 0$ gesetzt wird, lediglich auf das Verhältnifs

$$\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}} = \frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta} \text{ (Gl. 44}^a\text{)}$$

also bei gegebenem ζ auf das Verhältnifs $\varepsilon = \frac{a_k l_0}{a_g l_g}$ (Gl. 45^b) an, und nicht auf das Verhältnifs ε_k. Erst durch Berücksichtigung des zweiten schädlichen Raumes (Gl. 44^d) spielt ε_k in Verbindung mit ζ_1 eine Rolle, und der negative Werth in Gl. 44^d und Gl. 45 wird um so kleiner, je kleiner ε_k ist; d. h. je stärker man im kleinen Cylinder expandiren läfst.

H. Wiebe.

Ueber Material, Fabrikation und Verschleifs der Eisenbahnschienen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt E bis G im Text.)

(Schlufs.)

Der Puddelprozefs.

Es wird nicht ohne Interesse sein, an dieser Stelle einiges über die Production des Feinkorneisens folgen zu lassen, und zwar um so mehr, als aus den nachfolgenden Angaben Aufschlüsse für manche Vorkommnisse beim Verbrauch des Feinkorneisens resp. des Stahles im Schienenkopf entnommen werden können.

Das beste Product, welches ein Roheisen zu geben vermag, ist das reinste und gekohlteste Eisen.

Um Roheisen in schmiedebares Eisen überzuführen, mufs es dem Puddelprozefs unterzogen werden und hat nach der Reihe alle Perioden dieses Prozesses durchzumachen. Diese Perioden sind:

1) das Schmelzen des Roheisens,
2) die Reinigung desselben,
3) das Frischen aufs Korn,
4) die Kohlung des Korns,
5) das Frischen durch die Flamme.

Nachdem im Ofen das Roheisen geschmolzen ist und ein Bad gebildet hat, erfolgt zunächst die Reinigung desselben unter dem Einflufs der zugesetzten eisenoxydulhaltigen Schlacke. Unter diesem Einflufs entfernen sich aus dem Roheisen die schädlichen Beimengungen desselben, indem sie mit den Bestandtheilen der Schlacke chemische Verbindungen eingehen, so dafs durch diese Absonderung das Eisen rein wird. Indem die Schlacke über dem Eisenbade eine Haut bildet, wirkt sie nicht nur in der beschriebenen Weise chemisch auf das Roheisen, sondern auch mechanisch auf den ganzen Prozefs ein, weil durch diese Haut die atmosphärische Luft abgehalten und die schädliche oxydirende Wirkung derselben verhindert wird. Die Aufgabe des Puddelns besteht mithin darin, unter der Schlackendecke das

Digitized by Google

flüssige Eisen umzurühren, ohne diese Haut zu lüften. Das in der Schlacke enthaltene Eisenoxydul wirkt während der Reinigungsperiode sowohl auf das Roheisen als auf das Frischeisen ein. Das Roheisen wird in Folge dessen gefrischt, d. h. frei von Kohlenstoff gemacht, indem derselbe oxydirt und solcherweise in Kohlenoxydgas übergeht. Dieses Gas entwickelt sich in sehr feinen Bläschen, welche fortwährend die Eisenkörnchen auf die Oberfläche des flüssigen Bades führen, wo sie sodann von dem Kohlenstoff und dem Kohlenoxydgas der Flamme wiederum gekohlt werden, sofern die Flamme diese Agentien in hinreichender Menge enthält. Der Puddler hat das aufsprudelnde Eisen beim Puddeln auf Feinkorn unter der Schlackendecke zurückzuhalten und, wie angedeutet, den Zutritt der atmosphärischen Luft fern zu halten, damit eine Entkohlung des eben gekohlten Eisens unter Bildung von Kohlenoxydgas verhindert werde. Ebensowenig wie freier Sauerstoff darf die Flamme zu viel Kohlensäure enthalten, weil bei einem Uebermaafs an letzterer wiederum eine Entkohlung des Eisens eintreten würde; etwas Kohlensäure ist jedoch nöthig, um die Verbrennung im Ofen zu unterhalten; es bedarf aber um so weniger, je höhere Temperatur das Bad zeigt.

Je basischer und oxydulhaltiger die Schlacke ist, desto flüssiger wird im Puddelofen das Eisenbad und desto leichter können mit den aufsteigenden Kohlenoxydbläschen die Eisenkörnchen durch das Bad geführt, zum Kohlen gebracht und durch den Puddler dem Luppenballen, welcher sich im im Bade absondert, zugeführt werden. Beim Frischen durch die Flamme wird das Eisen unter Zuführung von Sauerstoff wieder entkohlt.

Beim Stahl- und Feinkorn-Puddeln wird diese letzte Operation unterbrochen. Es kann als eine Unvollkommenheit in der Production angesehen werden, dafs beim Puddeln eine Operation unterdrückt werden mufs, weil bei dieser Unterdrückung zu häufig der Fall eintritt, dafs durch dieselbe Eisentheilchen, welche noch in der Kohlung des Korns begriffen sind, mit zur Luppe geballt werden. Dieses hat aber zur Folge, dafs rohe Stellen in der Luppe entstehen, die bei der Fertigstellung des Fabrikats Fehler in der Schweifsung erkennen lassen und in den fertigen Schienen beim späteren Gebrauch Veranlassung zu Ausbrüchen geben.

Zur Gewinnung eines guten Feinkorneisens oder guten Stahles kommt es mithin darauf an, dafs gutes Roheisen verwendet wird, dafs nach dem Schmelzen desselben eine Schlacke, welche die erforderlichen Eigenschaften besitzt, zugesetzt wird und dafs der Puddler beim Unterbrechen des Prozesses die Zuführung des ungekohlten Eisens zum Luppenballen zu verhindern sucht, und hierzu gehört wiederum ein zuverlässiger und geschickter Arbeiter. Dennoch wird das Anballen von ungekohltem Eisen zur Luppe nicht ganz verhindert werden können, und in diesem Umstande ist der Grund zu suchen, weshalb im Feinkorneisen und im Puddelstahl sich häufiger rohe und fehlerhafte Stellen so wie Blasenbildungen vorfinden, welche späterhin beim Gebrauche für das fertige Fabrikat verderblich werden.

Darstellung des sehnigen Eisens.

Wird die Periode des Frischens durch die Flamme nicht unterbrochen, wie bereits angedeutet, so oxydirt der Kohlenstoff des gekohlten Eisens wieder an der Flamme und geht in Kohlenoxydgas über, so dafs reines ungekohltes Eisen übrig bleibt, und dieses nimmt unter der Walze sodann eine sehnige Form an.

Wenn alles flüssige Eisen schliefslich, sei es für körnige, sei es für sehnige Textur, zur Luppe geballt ist, so ist der Puddelprozefs beendet und der Luppenballen fertig. Derselbe wird sodann entweder unter einer Quetsche, wie in französischen und belgischen Werken, oder unter einem schweren Dampfhammer, wie meistens in deutschen Werken geschieht, bearbeitet, von der überschüssigen Schlacke befreit und schliefslich durch die Luppenwalze gezogen. Die durch dieses erste Walzverfahren gebildeten Stäbe haben kein glattes Ansehen, sondern erscheinen vielmehr mit rauher und rissiger Oberfläche. Wie schon oben bemerkt, haben dieselben noch einen reichlichen Gehalt von Schlacke in sich und besitzen wegen des Siliciumgehaltes derselben die Fähigkeit, im Schweifsofen die saftige Schweifshitze anzunehmen. Diese Luppenstäbe werden endlich in Stücke, denen die Länge des Packets gegeben wird, gebrochen, und nachdem sie sortirt sind, zur Bildung des Packets verwendet.

Bildung des Schienenpackets.

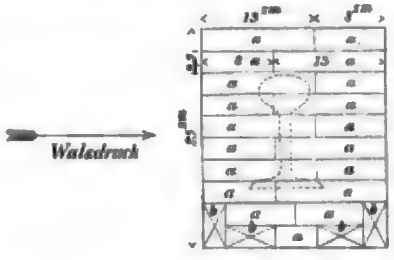
Bei der Bildung des Packets kann nach zwei verschiedenen Methoden verfahren werden und zwar kann dasselbe

1) flachkantig, und
2) hochkantig geformt sein.

Flachkantige Packetirung.

Die flachkantige Packetirungsweise ist die ältere und die am meisten übliche.

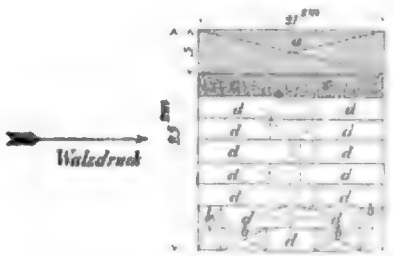
Die Luppenstäbe haben etwa eine Breite von 8 resp. 13 ^{cm} und eine Stärke von $2_{,5}$ ^{cm}. Diese Stäbe werden nach dem nachstehend skizzirten Schema in Verband in 9 bis 10



Lagen über einander geschichtet und sodann, um die Schichtung im Ofen zu fixiren, mit Draht verbunden. Die 3 ersten Schichten sollen den Kopf, die mittleren 4 den Steg und die letzten Schichten den Fufs der Schiene nach dem Auswalzen liefern. Die ersten Schichten erhalten deshalb die besten Eisenqualitäten. Die übrigen Schichten werden in der Regel von geringeren Qualitäten zusammengesetzt. Die Stegpartie enthält sehr häufig rothbrüchiges (schwefelhaltiges) Eisen. Die mit δ bezeichneten Stäbe sollen die äufseren Kanten des Fufses bilden und bestehen aus bereits abgeschweifsten Eisenstäben, weil sonst die scharfen Kanten des Fufses nicht glatt und rein aus der Walze hervorgehen würden und namentlich dann nicht, wenn die Fufsluppen etwas rothbrüchig sein sollten. Die äufseren Theile des Fufses entstehen daher immer in gemischter Schweifshitze, was manchmal zur Folge hat, dafs die Fufskanten einzelner Schienen schon beim Abladen sich umbiegen oder abspringen. Zu bemerken ist

Digitized by Google

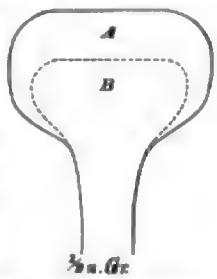
jedoch hierbei, dafs die von mir beobachteten Fälle des Abbiegens der äufseren Fufskanten sich auf die Verwendung von abgeschmiedeten Eisenstäben, welche mit altem Rost behaftet waren, zurückführen liefsen. Im Betriebe ist das Abspringen der Fufskanten von mir nur sehr vereinzelt wahrgenommen worden. Anstatt dieser abgeschweifsten Eisenstäbe für die Fufskanten verwenden manche Werke eine auf die ganze Breite des Packets durchgehende Platte von bereits abgeschweifstem Schmiedeeisen zu demselben Zwecke. Soll der Kopf der Schienen aus körnigem Eisen oder aus Stahl bestehen, so nimmt man in der Regel zu den ersten Schichten nicht frisches Luppeneisen, sondern bereits abgeschweifstes Material, dem bei der ersten Schweifsung die Breite des Packets und etwa die doppelte Stärke der Lupponstäbe gegeben ist, etwa nach dem hier skizzirten Schema.



Dieses abgeschweifste Kopfstück wird Kopfbramme oder Kopfplattine genannt. Soll der Kopf der Schiene aus Feinkorneisen oder aus Stahl bestehen, so wird für die auf die Kopfbramme folgende Luppenlage gern ein gut schweifsbares Eisen als Uebergangsmaterial genommen, weil in den Werken angenommen wird, dafs die grofse Schweifsfähigkeit dieses Materials dem weniger schweifsbaren Material mit zu Gute kommt.

Dieses Uebergangsmaterial ist weiter nichts als phosphorhaltiges oder sogenanntes Kaltbrucheisen, welches in seiner Textur, wie oben angegeben, ein grobes, glänzendes, krystallinisches Korn zeigt. In der vorstehenden Packetskizze sind die Kaltbruchluppen mit *c* bezeichnet. In der fertigen Schiene bilden dieselben etwa ein starkes Drittel des Kopfes und des obern Theils des Stegs. Es kann nicht in Abrede gestellt werden, dafs für den gedachten Zweck das Kaltbruch-Eisen (wahrscheinlich wegen des Phosphorgehaltes, welcher dem Eisen eine leichtere Schmelzbarkeit und Schweifsfähigkeit mittheilt) von einigem Nutzen ist. Trotzdem kann die Thatsache nicht abgeleugnet werden, dafs bei Anwendung einer bereits abgeschweifsten Kopfbramme derjenige Theil der Schienen, welcher am meisten in Anspruch genommen wird, und der als der wichtigste Theil der ganzen Schiene betrachtet werden mufs, der Kopf der Schiene nicht in saftiger, sondern in der von mir sogenannten gemischten Schweifshitze entstanden ist. Bei den Schienen, welche aus einem Packet mit abgeschweifster Kopfbramme entstanden sind, trifft unter der Einwirkung des Schlagens und Hämmerns der über dieselben rollenden Räder, je nachdem mit geringerer oder gröfserer Sorgfalt bei der Fabrikation verfahren ist, mehr oder minder alles das zu, was bei der Besprechung des Schweifsprozesses erörtert ist. Ist schon bei der Fabrikation eiserner Schienen die Verwendung von abgeschweifstem Eisen für den Kopf zu beanstanden, so gilt dieses in noch weit höherem Maafse bei der Fabrikation der Stahlkopfschiene, weil, wie oben erörtert ist, zu der geringen Schweifsfähigkeit des bereits abgeschweifsten Materials der Uebelstand hinzutritt, dafs Eisen und Stahl verschiedene Schweifshitzen haben und bei gleichen Temperaturdifferenzen sich ungleich ausdehnen, und dafs somit drei Ursachen für eine Trennung zwischen Kopf und Steg vorhanden sind.

Es ist bereits oben angedeutet, dafs in der Fabrikation ein Bestreben zu bemerken ist, die nachtheiligen Einflüsse der physikalischen Verschiedenheiten der zusammengebrachten heterogenen Materialien zu beseitigen oder doch wenigstens abzuschwächen. Diese Bestrebungen sind auch bei der Fabrikation der Feinkorn-Kopf- resp. der Puddelstahl-Kopfschienen nicht zu verkennen. Eine solche Bestrebung kann in einer derartigen Kalibrirung der Walzen erblickt werden, welche bewirkt, dafs beim Auswalzen die Kopfbramme um den Kern des Kopfes herumgezogen wird, wie skizzirt nebenstehend angegeben ist. In dieser Skizze ist *A* die ehemalige Kopfbramme und *B* das Uebergangsmaterial. Die Zweckmäfsigkeit dieses Verfahrens ist nicht zu verkennen; denn unzweifelhaft findet hier eine mechanische Vereinigung der Feinkorn- resp. Stahl-Kopfbramme mit dem anderen Material statt, welche der mangelhaften physikalischen Verbindung beider Materialien offenbar zu Hilfe kommt; dennoch ist hiermit ein Radicalmittel nicht gewonnen und will ich schon vorweg hier anführen, dafs im vorigen Jahre auf der Strecke zwischen Benninghausen und Lippstadt und zwar in den heifsen Sommermonaten in einem Tage 5 Schienen ausgewechselt werden mufsten, bei denen der Kopf in der Mitte der Schienen abgesprungen war, während an den Enden die sichtbare Trennung noch nicht erfolgt war. Der abgetrennte Theil des Kopfes bildete über dem Schienenrumpf einen etwa 4″ langen Bogen, welcher in der Mitte 4‴ Stichmaafs hatte. Sehr merkwürdig und lehrreich war der Querschnitt, welcher, in dem Scheitel des Bogens entnommen, durch die Skizze Fig. 1 auf Blatt E veranschaulicht sein mag. In dem vorliegenden Falle hatte die Spannung oder die der Schiene innewohnende Kraft, wie ich dieselbe oben genannt habe, eine solche Gröfse angenommen, dafs sie im Stande war, die um den Kern des Kopfes gekröpften Seitenlappen der Kopfbramme gerade zu strecken. Dafs diese Wirkung stattfinden konnte, ist ein Beweis dafür, dafs, wie oben erörtert wurde, bei gemischtem Material sich Kräfte in der Schiene entwickeln, welche auf eine Trennung des Kopfes vom Rumpf hinwirken. Das blofse Schlagen und Hämmern, welches die über die Schienen rollenden Räder verursachen, kommt dieser Kraft zwar zur Hilfe, würde aber schwerlich den oben beschriebenen Effect zur Folge haben können.



Weiter unten werden bei Besprechung des Schienenverschleifses alle Entwickelungsstadien, welche bei der Trennung des Schienenkopfes vom Stege beobachtet werden können, ausführlich besprochen werden.

Um ein Abblättern des Kopfes zu verhindern, wird in der Regel die abgeschweifste Kopfbramme hochkantig packetirt, wie nachstehend skizzirt ist.

Digitized by Google

Fig 1.

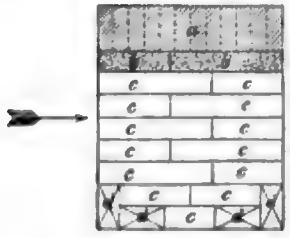
Beispiel eines in der Mitte der Schiene abgesprungenen Schienenkopfes

Fig 2.

Querschnitt einer hochkantig packetirten Kaltbruch Kopfschiene aus der Fabrik der Steinhäuser Hütte zu Witten.

Fig 3.

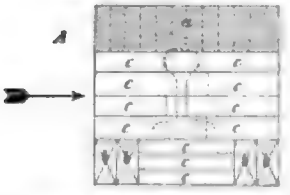
Querschnitt einer flachkantig packetirten Stahlkopfschiene mit abgeschweisster Kopfbramme aus der Fabrik von Neuschottland.



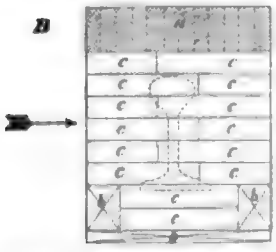
In dieser Skizze ist *a* die hochkantig packetirte, bereits abgeschweifste Stahlbramme, *b* das Uebergangseisen, *c* sehnige Eisenluppen, *d* abgeschweifste Eisenstäbe.

Bei der flachkantigen Packetirung kommen die Fabrikanten im Allgemeinen auf das vorstehende Schema zurück, in einzelnen Theilen weichen dieselben jedoch bei der Zusammensetzung des Packets, wenn auch nicht wesentlich, von einander ab, und lasse ich daher einige der bekannteren Packetformen folgen.

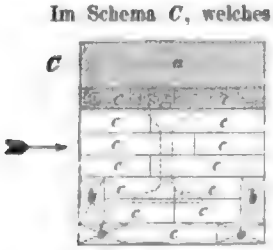
Das Schema *A* stellt den Querschnitt eines Schienenpackets von Carl Ruetz zu Rothe Erde bei Dortmund aus einer Lieferung von Puddelstahl-Kopfschienen aus dem Jahre 1869 dar. In derselben ist wieder *a* die hochkantig packetirte abgeschweifste Kopfbramme, *b b* sind abgeschweifste Eisenstäbe zur Bildung der Fufskanten und *c c* sind Luppenstäbe. Das Uebergangsmaterial ist in diesem Schema nicht besonders angedeutet.



Das Schema *B* stellt den Querschnitt eines Packets zu einer Stahlkopfschiene aus der Fabrikation von Falkenroth, Kocher und Comp. zu Haspe aus dem Jahre 1870 dar. *a* ist wieder die hochkantig gebildete Stahlkopfbramme, *b* sind abgeschweifste Eisenstäbe resp. Platten zur Bildung des Fufses und *c* sind Eisenluppen. Dieses Schema *B* ist ein Beispiel für die durchgehende, abgeschweifste Eisenplatte zur Bildung des Fufses.

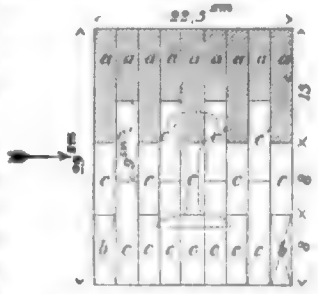


Im Schema *C*, welches den Querschnitt eines Schienenpackets aus der Fabrik von Jacoby, Haniel & Hüyssen zu Sterkerade angiebt, ist das Uebergangsmaterial unter der Stahlkopfbramme, welche für diese Form als frische Stahlluppe bezeichnet war, markirt. Dieses Uebergangsmaterial fehlt bei Anwendung einer abgeschweifsten Kopfbramme wohl niemals; es wird in den Packetzeichnungen indessen nicht immer angegeben.



Die hochkantige Packetirung.

Bei den hochkantigen Packetirungen trifft der Walzdruck vorwiegend die breiten Seiten der Packetstäbe, was gegen die vorhin besprochene Packetirung als eine Verbesserung angesehen werden kann, weil nach dieser Methode die Schweifsflächen besser aufeinander gepreſst werden. Die hochkantige Packetirungsweise ist zuerst in der Fabrik von Funke und Elbers zu Hagen etwa im Jahre 1866 aufgekommen und in derselben besonders durch den Walzwerks-Ingenieur Hethey ausgebildet worden. Seit dieser Zeit haben sich verschiedene andere Werke mit dieser Fabrikationsweise versucht, dieselbe aber im Laufe der Zeit wieder aufgegeben, weil die accurate Durchführung derselben, vorzugsweise wenn es sich um die Fabrikation von Puddelstahl-Kopfschienen handelt, mit technischen Schwierigkeiten verbunden ist, welche sich selbst bei aller Sorgfalt nicht ganz beseitigen lassen. In nebenstehender Skizze ist das allgemeine Schema der hochkantigen Packetirungsweise dargestellt.



Die Stäbe *a* sollen den Kopf der Schiene bilden. Dieselben bestehen entweder aus Puddelstahl, oder aus Feinkorneisen, oder aus Kaltbrucheisen, je nachdem aus der Fabrikation Puddelstahlkopf-, Feinkornkopf- oder Kaltbruchkopf-Schienen hervorgehen sollen.

Handelt es sich um die Fabrikation von Stahl- oder Feinkorn-Kopfschienen, so nimmt man zur Vermittelung des Schweifsprozesses zu den Stäben *a' a'* gern Kaltbrucheisen als Uebergangsmaterial.

Die Stäbe *b*, *b* sind auch hier abgeschweifste Eisenstäbe, welche die Fufskanten der Schiene liefern sollen. Die Stäbe *c*, *c* sind sehnige Luppenstäbe für den Steg und Fufs der Schienen.

Bei der hochkantigen Packetirung kommt mit Ausnahme der Stäbe *b* nur Luppenmaterial zur Verwendung, mithin ein Material, welches wegen seines Schlackengehaltes die Bedingungen zur Erreichung einer saftigen Schweifshitze erfüllt. Man kann daher annehmen, dafs bei sorgfältiger Ausführung bei hochkantiger Packetirung im Allgemeinen die Schweifsung besser gelingt, als bei denjenigen Schienen, welche aus flachkantiger Packetirung unter Anwendung einer bereits abgeschweifsten Kopfbramme entstanden sind. Bei Kaltbruch-Kopfschienen trifft dieses unbedingt zu. Zweifelhafter ist der Erfolg bei Puddelstahl-Kopfschienen oder bei den diesen verwandten Feinkorn-Kopfschienen, und zwar wegen der besprochenen physikalischen Verschiedenheiten der zusammengebrachten Materialien. Um den verschiedenen Schweifshitzen beider Materialien Rechnung zu tragen, mufs auf den Schweifsofenprozefs die gröfste Aufmerksamkeit verwendet werden und wird der Schweifsmeister darauf vorzugsweise zu achten haben, dafs die Partie des sehnigen Eisens der Stichflamme und die Stahlpartie dem Fuchs zugekehrt und aufserdem noch zur Verhütung einer Ueberhitzung mit isolirenden Materialien umgeben wird. Zur Ausführung dieser Operationen gehören durchaus zuverlässige und ständige Arbeiter und ein Aufsichtsbeamter, welcher dieser Fabrikation sein ganzes Interesse zuwendet. Ein häufiger Wechsel der Arbeiter und des Aufsichtspersonals wird gerade hier sehr störend einwirken.

Der verschiedenen Längenausdehnung bei gleicher Temperaturdifferenz beider Materialien wird nach dieser Methode auf mechanische Weise durch eine innige Verzahnung beider heterogenen Materialien begegnet, und ist deshalb bei Schienen, welche nach dieser Methode entstanden sind, ein Abspringen des ganzen Kopfes nicht möglich.

Die Fabrikanten Funke und Elbers zu Hagen, sowie die Actiengesellschaft Steinhäuser Hütte haben mit hochkan-

Digitized by Google

tiger Packetirung recht brauchbares Material geliefert, und erfreuten sich in dieser Hinsicht die erstgenannten Fabrikanten seiner Zeit eines guten Rufes. Es ist jedoch nicht in Abrede zu stellen, dafs diese Methode, Puddelstahl-Kopfschienen zu fertigen, wegen der Eigenschaft des Stahles, leicht überhitzt zu werden, schon bei der Fabrikation mehr oder minder bedeutenden Ausschufs liefert, und dafs auch diese Schienen viele Schweifsfehler zeigen. Wenn auch der ganze Kopf der Schiene nicht abspringen kann, so kommt es doch häufiger vor, dafs entweder die Seitenbacken desselben theilweise oder ganz abspringen, oder dafs derselbe in der Mitte nach der Längenrichtung durchspaltet.

Für die Darstellung von Kaltbruch-Kopfschienen halte ich jedoch die hochkantige Packetirungsweise für sehr empfehlenswerth und zwar deshalb, weil bei diesem Material die Uebelstände, welche der Verwendung des Puddelstahles entgegenstehen, nicht vorhanden sind und sich im Gegentheil das Kaltbruchmaterial durch seine grofse Schweifsfähigkeit vor allem anderen auszeichnet.

Weitere Behandlung der Schienenpackete.

Nachdem das Packet gebildet und mit Draht gehörig verbunden ist, wird dasselbe in den Schweifsofen geschoben und in demselben so lange belassen, bis dem Material die erforderliche Schweifshitze mitgetheilt ist. Sodann wird dasselbe unter einem Dampfhammer von 100 bis 200 Centner Wirksamkeit abgeschmiedet und unter demselben auf etwa 12 bis 16 ^{mm} Seitenfläche ausgereckt. Unter dieser Wirkung wird das den Luppen noch innewohnende Schlackenmaterial herausgetrieben, so dafs nunmehr relativ schlackenfreies Material entsteht. Unter der Wirkung des Hammers kühlt sich der entstandene Eisenblock in der Regel so weit ab, dafs derselbe zur Durchführung durch die Walze nicht mehr heifs genug ist. Aus diesem Grunde wird der Eisenblock in der Regel einer erneuerten Schweifshitze unterzogen und kommt erst dann unter die Walzen, nachdem er zum zweiten Male den Schweifsofen verlassen hat. Unter der Walze wird derselbe sodann ohne weitere Zwischenbehandlung zur fertigen Schiene ausgereckt.

Nach dem Verlassen der Walze wird die Schiene an der Kreissäge auf passende Länge zugeschnitten und auf eisernen Platten gerade gerichtet und sodann vollends fertig gemacht.

Lauf der Fasern in den fertigen Schienen.

Die Gruppirung der Fasern oder Sehnen im Innern der fertigen Schiene richtet sich nach der zur Anwendung gekommenen Packetirungsweise, und nach der Fasergruppirung richtet sich wiederum der spätere Verschleifs im Betriebe, weil die angreifenden Kräfte darauf hinwirken, das Material in seine Theile zu zerlegen, und naturgemäfs an den Stellen die Trennung hervorbringen werden, welche die geringste Dichtigkeit zeigen. Diese Stellen sind offenbar in den Schweifsflächen gelegen. Es ist deshalb nicht ohne Interesse, die Fasergruppirung im Querschnitt der Schienen zu beobachten.

Wenn die frisch gehobelte Querschnittsfläche mit Säure, z. B. mit Schwefel- resp. Salzsäure behandelt wird, so werden zunächst die weniger dichten Theile des Querschnittes, d. h. die Schweifsstellen angegriffen und somit giebt die glattgehobelte und gebeizte Querschnittsfläche ein Bild davon, wie sich die einzelnen Luppenstäbe beim Durchgange durch die Walzen dem Schienenprofil angeschmiegt haben. Auch die Schweifsfehler und etwaige Schlackenbeimengungen lassen sich durch das Beizverfahren leicht erkennen. Bei der hochkantigen Packetirung hat der Faserlauf eine entschiedene vertikale Tendenz vom Kopf zum Fufs; bei der flachkantigen Packetirung herrscht ein gewisser Horizontalismus vor, der jedoch im Stege gestört wird und in diesem sich in eine Reihe von untereinander liegenden Spitzen umformt. Die gebeizte Fläche gewährt somit eine Prüfung dafür, ob der Fabrikant von dem vorgeschriebenen Programm abgewichen ist.

In Fig. 2 auf Blatt E ist die Querschnittsfläche einer hochkantig packetirten Kaltbruch-Kopfschiene aus der Fabrikation der Steinhäuser Hütte zu Witten, und in Fig. 3 die Querschnittsfläche einer flachkantig packetirten Stahlkopfschiene mit abgeschweifster Kopfbramme aus der Fabrikation von Neuschottland (jetzt Dortmunder Union) dargestellt.

Fabrikation der Gufsstahlschienen.

Die Fabrikation der Schienen mit einem Stahlkopf kann als eine Uebergangsperiode zur Fabrikation der Stahlschienen angesehen werden.

Die Puddelstahl-Kopfschienen waren entstanden, um dem Bedürfnifs nach einer Schiene mit einem Kopf nachzukommen, welcher im Stande war, der stärkeren Inanspruchnahme mit mehr Dauer Widerstand zu leisten. Die Idee, eine Schiene mit einem harten Stahlkopf und einem zähen, schnigen Fufs und Steg zu fertigen, schien allen Anforderungen, welche man in Bezug auf Widerstandsfähigkeit und Dauer an eine Eisenbahnschiene billigerweise stellen konnte, zu genügen; dennoch zeigten sich bei deren Fabrikation Schwierigkeiten, welche sich wegen der besprochenen physikalischen Verschiedenheit zwischen Eisen und Stahl nicht überwinden liefsen; aufserdem treten bei der Darstellung des Puddelstahls Fehler wie z. B. die Blasenbildungen und rohe Stellen im Material zu Tage, welche sich bei einer Massenproduction, wie die Schienenfabrikation mit sich bringt, nicht beseitigen lassen. Die Puddelstahl-Kopfschienen haben den Erwartungen deshalb nicht entsprochen und schwerlich die grofsen Mehrkosten, welche für deren Beschaffung aufgewendet wurden, gerechtfertigt erscheinen lassen.

Die grofsen Eisenbahnverwaltungen fingen deshalb schon seit Jahren an, auf ihren lebhaften Verkehrswegen Schienen von Gufsstahl zu verwenden. Obgleich auch das Gufsstahlmaterial mit Mängeln behaftet war, welche die aus demselben gefertigten Schienen in Mifscredit brachten, so hat sich dasselbe dennoch in den letzten Jahren immer mehr eingebürgert, und zwar anscheinend, weil die Vorzüge desselben seine nachtheiligen Eigenschaften überwogen. Die nachtheiligen Eigenschaften dieses Materials liefsen die Verwendung desselben zur Fabrikation von Schienen, Achsen und Radreifen bisweilen mit Recht bedenklich erscheinen; es ist daher eine Aufgabe der Technik, dieselben auf ein Minimum zu bringen, damit die Vorzüge des Materials desto mehr zur Geltung kommen können. Auch die Eisenbahnverwaltungen können auf die Verbesserung des Gufsstahles nicht unbedeutend hinwirken, wenn sie zu den üblichen Stabilitäts-, Druck- und Bruchproben noch eine chemische Controle hinzufügen. Weiter unten werde ich bei Besprechung der Fehler dieses Materials auf diejenigen Maafsregeln zurück-

kommen, welche geeignet sind, auf eine Verbesserung desselben hinzuwirken; zunächst sei mir jedoch gestattet, für diejenigen Fachgenossen, welche keine Gelegenheit gehabt haben, die Darstellung des Gufsstahles selbst zu beobachten, dieselbe kurz zu besprechen. Ich werde mich hierbei auf die Darstellung des Bessemer-Prozesses und des Martin-Prozesses beschränken, weil ich der Ansicht bin, dafs der Tiegelgufsstahl seiner Kostspieligkeit wegen für die Fabrikation der Eisenbahnschienen keine Bedeutung hat.

Die Darstellung des Bessemer-Stahles.

Der Bessemer-Prozefs ist etwa 11 bis 12 Jahre bekannt. Der Prozefs findet in grofsen birnförmigen Gefäfsen, den sogenannten Converters, welche etwa 3000 bis zu 9000 Kilo Eisen enthalten können, statt. Diese Gefäfse sind von Gufseisen construirt, von innen mit einem Futter von feuerfesten Steinen ausgemauert und hängen auf zwei Achsen, welche rechts und links etwa in der horizontalen Schwerpunktsfläche des Gefäfses angebracht sind. Die eine dieser beiden Achsen ist hohl, steht aufserhalb des Gefäfses mit einer Windleitung in Verbindung und setzt sich im Inneren des Gefäfses zwischen der gufseisernen Wand und der feuerfesten Ausmauerung bis zum Boden des Converters fort, wo sie in einer nach dem Inneren gerichteten Winddüse endet. Die andere Achse oder vielmehr Achshälfte ist mit einem Zahnrade, welches von einer Zahnstange angegriffen wird, ausgerüstet. Diese Stange kann vermöge eines durch hydraulische Kraft getriebenen Mechanismus in ihrer Längenrichtung verschoben werden, so dafs sich der Converter nach vorn neigt oder sich wieder aufrichtet, je nachdem die Zahnstange vorwärts oder rückwärts geschoben wird. Vor und seitwärts von den Convertern sind hydraulische Krähne und Tische angebracht, welche sowohl eine horizontale als vertikale Bewegung der schweren Gufsstücke resp. der mit flüssigem Stahl gefüllten Giefspfannen ermöglichen. Die Direction sämmtlicher hydraulischen Einrichtungen zum Bewegen des Converters und der Hebewerke, sowie die Regulirung resp. völlige Absperrung des Windstromes kann durch Ventile von einem und demselben Orte aus, welcher in der Regel in dem Vorraum des Converterhauses angeordnet ist, bewirkt werden. Der besseren Uebersicht wegen befinden sich die Vorrichtungen zum Stellen der Ventile in der Regel auf einer erhöhten Tribüne der Reihe nach angebracht. Diese ganze Einrichtung wird populär von den Bessemer-Meistern Klavier genannt; das sogenannte Klavier ist mithin der Ort, von dem aus der ganze Prozefs beobachtet und geleitet wird.

Hinter den Convertern sind in der Regel die Schmelzöfen zum Schmelzen des Roheisens (Grauroheisen und Spiegeleisen) angeordnet. Da von diesen Oefen das geschmolzene Material in den geneigten Converter durch Rinnenleitungen eingeführt wird, so müssen dieselben im Allgemeinen eine höhere Lage als die Converter einnehmen und sind deshalb auf einer entsprechend hochgelegenen Terrasse im Hinterraume des Bessemerhauses aufgestellt.

Die Grundlage für die Darstellung eines guten, brauchbaren Bessemermateriales ist das beste, möglichst phosphorfreie Grauroheisen. Dasselbe wird zunächst in den gedachten höher gelegenen Oefen eingeschmolzen und nach vollendetem Schmelzprozefs dem Converter, welcher zu diesem Zwecke in eine entsprechend geneigte Lage gebracht wird, zugeführt. Sobald alles eingeschmolzene Material vom Converter aufgenommen ist, wird derselbe wieder aufgerichtet und gleichzeitig wird mit dem Anblasen begonnen, indem die Windventile allmälig gelüftet werden. Der Windstrom tritt sodann mittelst der Düse am Boden in das Gefäfs ein, hat das flüssige Eisenbad von unten bis nach oben zu durchstreichen und wirkt hierbei durch seinen Sauerstoffgehalt auf das flüssige Eisen ein. Unter dieser Einwirkung wird ein Theil der schädlichen Beimengungen des Eisens, z. B. der dem Material mechanisch beigemengte Kohlenstoffgehalt, Mangan, Silicium, vielleicht auch ein Theil des Phosphor- und Schwefelgehaltes zum Verbrennen gebracht; ein anderer Theil dieser Beimengungen sondert sich zur Schlacke ab und geht in derselben mit einander chemische Verbindungen ein; das Eisen wird mithin unter Einfluss sowohl des zugeführten sehr starken Luftstromes, als auch durch die Schlacke gereinigt und gefrischt zu gleicher Zeit. Indem der Windstrom an der Oberfläche des Bades das flüssige Material wieder verläfst, tritt aus der Mündung des Converters eine sehr energische Flamme hervor. Dieselbe enthält die im Verbrennen begriffenen, durch den Windstrom mit fortgerissenen schädlichen Beimengungen und nimmt daher, je nachdem hintereinander die verschiedenen Körper zur Verbrennung gelangen, eine den Verbrennungsproducten entsprechende Färbung an; Mangan nimmt z. B. im Verbrennen eine röthliche, Schwefel eine bläuliche und Kohlenoxydgas eine dunkle Färbung an. Die Flamme läfst daher erkennen, bis zu welchem Grade die Reinigung resp. Frischung des Eisens erfolgt ist. Sie wird daher fortwährend beobachtet. Ein geübter Bessemeringenieur erkennt an der Flamme schon mit bloßen Augen, bis zu welchem Grade die Verbrennung vorgeschritten ist. Soll die Beobachtung genauer gemacht werden, so wird dieselbe an dem Farbenspectrum vorgenommen.

Da der eine Theil der schädlichen Beimengungen zur Schlacke übergeht, so läfst sich auch an der Schlacke der Grad des Prozesses wahrnehmen. In manchen Bessemereien wird deshalb auch neben der Spectralprüfung die Schlackenprobe ausgeführt. Von gröfster Wichtigkeit für den Erfolg ist die Unterbrechung des Prozesses im richtigen Moment. Erfolgt diese Unterbrechung vorzeitig, so ist die Reinigung und Frischung des Eisens noch nicht genügend erfolgt. Das Eisen enthält dann noch Beimengungen von Bestandtheilen, welche das fertige Stahlproduct schädigen. Erfolgt aber anderntheils die Unterbrechung zu spät, so ist im Converter fast chemisch reines Schmiedeeisen entstanden; dieses wird zähflüssig, verstopft die Winddüse am Boden des Gefäfses und hindert den ferneren Durchgang des Luftstromes; die Verbrennung hört in Folge dessen auf und es tritt eine Abkühlung des flüssigen Eisens ein, welche dasselbe noch zäher macht und den Ausguss verhindern würde. In diesem Falle würde der Converter verdorben werden. In diesem Umstande ist wahrscheinlich ein Grund zu suchen, weshalb auf die beschriebene Weise aus dem Eisen nicht absolut alle schädlichen Beimengungen und vorzugsweise der Phosphor, welcher zum Eisen eine sehr grofse Affinität besitzt, dasselbe aber kaltbrüchig macht, entfernt werden können und weshalb dem Bessemermaterial noch immer bis zu einem gewissen Grade Mängel anhaften.

Nachdem zur Unterbrechung des Verbrennungsprozesses der richtige Moment eingetreten — und dieses ist dann der

Digitized by Google

Fall, wenn zur Schlacke bereits Eisentheilchen gehen, die Schlackenprobe mithin eingesprengte Eisenkörnchen zeigt —, so wird der Windzufluſs abgesperrt und gleichzeitig der Converter gesenkt, um dem gereinigten Eisen den erforderlichen Zusatz von geschmolzenem Spiegeleisen mitzutheilen.

Das Grauroheisen, welches die Grundlage des ganzen Prozesses bildet, enthält den Kohlenstoff mechanisch beigemengt; das Spiegeleisen ist dagegen mit dem Kohlenstoff chemisch verbunden. Je mehr Spiegeleisen dem flüssigen Schmiedeeisen zugesetzt wird, desto stahlgleicher wird das fertige Product; je geringer dieser Zusatz ist, desto mehr weicht das Bessemermaterial vom Stahl ab und desto weicher und zäher wird dasselbe.

Im Allgemeinen werden dem Eisen etwa 3 % Spiegeleisen zugeführt. Ist dieser Zusatz erfolgt, so wird der Converter unter gleichzeitigem allmäligen Anblasen wieder aufgerichtet. Die nunmehr aus dem Converter aufsteigende Flamme zeigt ein wahrhaftes Meer von brillanten prachtvollen Funken: ein Zeichen, daſs die Stahlbildung bereits stattgefunden hat und schon Stahl zum Verbrennen gekommen ist. Dieses letzte Anblasen dauert deshalb auch nur wenige Secunden und der entstandene Stahl ist dann zum Guſs fertig. Der Windzufluſs wird wieder abgesperrt und gleichzeitig der Converter gesenkt, um seinen Inhalt zunächst in eine Gieſspfanne, welche den ganzen Converterinhalt aufzunehmen im Stande ist, zu entleeren. Diese Gieſspfanne ist auf einer Art hydraulischem Tisch placirt, welcher in der Horizontale hin und her bewegt werden kann. Die Gieſspfanne kann deshalb mit Leichtigkeit zu den passend aufgestellten Formen gebracht werden und dieselben nach der Reihe füllen. Um die Blasenbildungen möglichst zu verhindern, werden die Formen von unten gefüllt. Die Formen sind von Guſseisen und haben in der Regel einen conischen Anlauf, um das spätere Abheben der Formen von dem erkalteten Guſsstahlblock zu erleichtern. Diese Formen werden Coquillen genannt. Für die Schienenfabrikation haben dieselben gewöhnlich eine sechseckige Form und eine solche Länge, daſs ein Block mehrere Schienen liefern kann; die Blöcke müssen deshalb vor dem Auswalzen in passende Stücke zerlegt werden.

Die Darstellung des Martin-Stahles.

Der Martin-Prozeſs kommt vorzugsweise in Frankreich zur Anwendung, doch haben auch, theils mit geringerem, theils mit gröſserem Erfolg, diesen Prozeſs einige Werke in Westfalen versucht. In dieser Provinz wird meines Wissens derselbe am groſsartigsten auf dem zur Dortmunder Union gehörenden Werke Neu-Schottland zu Horst bei Steele betrieben. Alle Guſsstahlschienen, welche aus diesem Werke hervorgegangen sind, bestehen aus Martinstahl. Auf Neu-Schottland wird etwa seit zwei Jahren martinirt und sind daselbst, so viel ich mich entsinne, 8 Oefen für diesen Prozeſs eingerichtet. Auch ein anderes mir bekanntes Westfälisches Werk hat Versuche in dieser Production gemacht; diese Versuche waren indessen nicht gelungen: das entstandene Product war eine bröckelige, schlackenähnliche, schwärzlich aussehende Masse, aber kein Stahl geworden. Ob dieses Werk die Versuche seit der Zeit fortgesetzt hat, ist mir nicht bekannt geworden.

Auf Neu-Schottland waren die Versuche dagegen sehr gut gelungen und hatte das Werk schon im vorigen Jahre eine gröſsere Schienenlieferung für die Bergisch-Märkische Eisenbahn aus diesem Material effectuiren können. Die Brüche, welche ich von diesem Material gesehen, waren sehr schön und lieſsen nichts zu wünschen übrig.

Allem Anschein nach dürfen zum Martiniren nur die allerbesten Materialien als Grundlage angenommen werden.

Der gelungene Martinstahl soll in seinen Eigenschaften dem Tiegelguſsstahl sehr nahe kommen und sich sogar zu Werkzeugmaterial eignen.

Das Verfahren bei Darstellung des Martinstahls ist äuſserlich völlig verschieden von dem des Bessemerstahls, so wie äuſserlich eine Einrichtung für Martinproduction auch nicht die geringste Aehnlichkeit mit einer Bessemerei hat.

Beim Martinverfahren wird durch Einschmelzen von Grauroheisen zunächst ein flüssiges Eisenbad gebildet; demselben werden sodann Schmiedeeisen- und Stahlabfälle oder sogenannte Schrotten zugesetzt und darin zum Schmelzen gebracht. Zu diesem Prozeſs sind sehr hohe Hitzegrade erforderlich. Eine gewöhnliche Kohlenfeuerung ist zur Erzeugung der erforderlichen Hitze nicht ausreichend, und wird deshalb eine Gasfeuerung im sogenannten Siemens'schen Gasofen angewendet. Die Gasflamme wirkt, so lange der Prozeſs dauert, im Ofen auf das flüssige Eisenmaterial zugleich reinigend und frischend ein. Ist endlich im Ofen reines Schmiedeeisen entstanden, so erfolgt unter Zusatz von geschmolzenem Spiegeleisen die Kohlung des Eisens resp. die Ueberführung desselben in Stahl. Der geschmolzene Stahl wird direct aus dem Ofen in die bereit stehenden Formen übergeführt. In Neu-Schottland erfolgte der Ausguſs aus dem hintern Theile des Ofens direct in die Coquillen. Letztere waren hinter dem Ofen in der Peripherie einer Drehscheibe placirt und wurden durch Drehen der Scheibe nach einander dem Ofenausguſs zugeführt und gefüllt. Hinter jedem Ofen stand eine solche Drehscheibe und die Oefen selbst waren derart neben einander in zwei Reihen aufgestellt, daſs zwischen den Reihen ein ziemlich breiter und etwas vertiefter Arbeitsraum übrig blieb. Die Ausguſsenden der Oefen waren diesem Raume zugekehrt. An der Vorderseite der Oefen waren Register angeordnet, durch welche der Prozeſs beobachtet werden konnte.

Da dem flüssigen Eisenbade Eisen- und Stahl-Schrotten zugeführt werden, so hängt die Güte des Martinmaterials von der Güte der zugesetzten Schrotten ab; phosphorhaltige oder schwefelhaltige Schrotten würden auf das Fabrikat nur schädlich einwirken und den Prozeſs vielleicht völlig vereiteln.

Die Eigenschaften des zur Schienenfabrikation verwendeten Guſsstahles.

Bei der Besprechung der Eigenschaften des Guſsstahls habe ich vorzugsweise das häufiger vorkommende Bessemermaterial im Auge. Der Martinstahl scheint in Deutschland noch nicht sehr verbreitet zu sein, und dürften deshalb für dieses Material noch keine genügenden Erfahrungen vorliegen.

Der gute Bessemerstahl zeigt einen schönen, rissigen und rauhen Bruch. Je rauher der Bruch erscheint, desto zäher, und je glatter derselbe aussieht, desto spröder und desto bruchfähiger ist dieses Material. Ein unverletztes

Digitized by Google

Schienenende aus Bessemer Stahl läfst sich unter einem Fallwerke über den Kopf, über den Steg und flachliegend biegen. Dasselbe hält die heftigsten Schläge des Fallwerkes aus, nimmt unter demselben selbst sehr kurze Biegungen an, ohne zu brechen, und hat auch im kalten Zustande eine sehr bedeutende Stauchfähigkeit. Bei Gelegenheit eines Unfalles beobachtete ich die Basis einer Stahlschiene, auf welche die Triebachse der Maschine eingewirkt hatte. Unter dieser Einwirkung war die Basis an der betreffenden Stelle auf ihre doppelte Breite ausgequetscht, ohne dafs ein Rifs oder Bruch entstanden wäre, was gewifs als ein ganz aufserordentlich günstiges Resultat angesehen werden kann. Auch unter dem Fallwerk habe ich sehr bedeutende Stauchungen beobachtet. Wegen seiner homogenen Textur nutzt sich dieses Material sehr gleichmäfsig ab, ohne Druckflecken, Spaltungen resp. Längsrisse und Stauchbärte zu zeigen. Nur auf stark betriebenen Bremsstrecken und in scharfen Curven kommt es vor, dafs etwa papierbogenstarke Abblätterungen in Folge der starken Reibung bemerkt werden können.

Dieses Material würde deshalb nichts zu wünschen übrig lassen, wenn es nicht mit dem Fehler behaftet wäre, bei den geringsten Einrissen, auch wenn dieselben der unscheinbarsten Art sein sollten, selbst unter verhältnifsmäfsig geringen Einwirkungen wie Glas zu zerspringen. Ein einfacher Meifseleinschnitt an der Oberfläche des Kopfes der Schiene ist genügend, um selbst unter mäfsiger Einwirkung des Fallbärs einen Bruch zu verursachen. Das Einklinken der Schienenbasis mit dem Meifsel und das Lochen der Schienen unter dem Stofswerk kann für dieselben verderblich werden, weil das gewaltsame Ausstofsen der Laschenlöcher, so wie das Ausmeifseln der Klinklöcher zu feinen, unbemerkbaren Einrissen Veranlassung giebt und spätere Schienenbrüche in den Laschenlöchern resp. in den Klinkungen zur Folge hat. Die Klinkungen werden deshalb besser durch allmäliges Abfressen hervorgebracht, am besten aber wird die Klinkung ganz unterlassen und anstatt dessen zur Verhütung der Längenverschiebung der Schienen im Gestänge an der Laschenverbindung eine entsprechende Vorrichtung angeordnet. Gegen Laschenlochbrüche an den Enden der Schienen empfiehlt es sich, die Laschenlöcher durch Bohrung zu gewinnen. Die Bessemerwerke sind jetzt schon meistens auf das Bohren der Laschenlöcher eingerichtet und manche sind mit Maschinen versehen, welche ovale Löcher bohren können.

Es ist eine bekannte Thatsache, dafs bei Schienen sowohl als bei Achsen und Radreifen aus Bessemerstahl das Verhältnifs der Brüche aus den verschiedenen Lieferungen keineswegs gleich ist. Das eine Werk liefert Material, welches wenige oder gar keine Brüche ergiebt, und ein anderes Werk hat in seinen Lieferungen verhältnifsmäfsig sehr viele Brüche aufzuweisen. Diese Thatsache ergiebt, dafs der Bessemerstahl nicht in allen Werken von gleicher Güte gefertigt wird, und läfst den Schlufs gerechtfertigt erscheinen, dafs die schädlichen Beimengungen, welche die Bruchfähigkeit des Materials fördern, den Producten der verschiedenen Werke verschieden innewohnen. Die Quantitäten der schädlich wirkenden Beimengungen des Bessemerstahles sind zunächst von der Qualität des zur Bereitung gewählten Rohmaterials abhängig und man kann deshalb annehmen, dafs diejenigen Werke, deren Producte ungünstige Resultate ergeben haben, schon bei der Wahl der Rohmaterialien nicht genügend vorsichtig verfahren sind. Die Bessemer-Ingenieure sind sich keineswegs darüber einig, welche Körper vorzugsweise auf die Bruchfähigkeit einwirken: die einen schreiben diese Einwirkung vorzugsweise dem Siliciumgehalte, die anderen dem Phosphorgehalte des Materials zu, und zu einem eigentlichen Resultate kommt es bei diesen gegenüberstehenden Ansichten nicht, weil sich bis jetzt noch kein Richter gefunden hat, der den Ausschlag geben könnte. Ich bin der Meinung, dafs dieser Schiedsrichter die Eisenbahntechnik resp. die Schienenstatistik werden mufs. Ein rationell eingerichtetes Bessemerwerk begnügt sich nicht damit, Stahl zu fabriciren, sondern es ist auch bestrebt, seine Producte zu untersuchen und die Bestandtheile desselben kennen zu lernen; es fügt daher den üblichen Stabilitätsproben auch die chemische Analyse hinzu. Solche Stahlwerke sind für diese Untersuchungen häufig mit einem chemischen Laboratorium ausgerüstet und erhalten sich durch dasselbe in fortwährender Kenntnifs über die chemische Zusammensetzung ihrer Producte. Diese Werke kennen deshalb sowohl in quantitativer als qualitativer Hinsicht genau die schädlichen Beimischungen, welche ihrem Producte innewohnen. Da ihnen jedoch die Analysen ihrer Concurrenzwerke nicht zugänglich sind, so können sie zu keinem Vergleich und deshalb auch nicht zu einem gültigen Schlufs über die Wirksamkeit der schädlichen Bestandtheile des Productes kommen. Ein solcher Schlufs würde sich erst mit Sicherheit machen lassen, wenn die Resultate der chemischen Analysen der Statistik einverleibt würden. Aus diesem Grunde wäre es sehr vortheilhaft, wenn sämmtliche Eisenbahnverwaltungen, welche Bessemermaterial verbrauchen, ebenso wie die Stahlwerke, kleine chemische Laboratorien in ihren Werkstätten errichteten und in denselben die chemische Analyse der übernommenen Lieferungen vornehmen liefsen. Die Eisenbahnverwaltungen würden dann im Stande sein, der Statistik ein sehr werthvolles Material zu überliefern und durch dasselbe darüber ein endgültiges Urtheil zu fällen, welche Stoffe und in welcher Menge dieselben schädlich auf die Güte des Bessemerstahles einwirken. Bis jetzt beschränken sich die Eisenbahnverwaltungen nur auf Vornahme der üblichen Stabilitäts- und Bruchproben und sind somit auf dem Standpunkte des Empirikers stehen geblieben. Es unterliegt ja keinem Zweifel, dafs sie auch auf diese Weise sich Kenntnifs von der Güte der aus den verschiedenen Werken entnommenen Materialien verschaffen können und auch wirklich verschaffen; über die treibenden Ursachen bleiben sie jedoch im Dunkeln und haben mithin auch kein sicheres Mittel zur Vernichtung derselben gewonnen. Mit Einführung der chemischen Laboratorien wird dagegen der empirische Standpunkt verlassen und der Weg wissenschaftlicher Forschung beschritten, welcher allein zum sicheren Ziele führen kann und ohne allen Zweifel auch zu demselben führen wird. Durch Einführung der chemischen Analyse wird das Rohmaterial, welches die Werke zur Fabrikation verwenden, unter sichere Controle gestellt, und die Werke werden dazu gebracht werden, nur solche Materialien zu verwenden, welche gute und zuverlässige Producte liefern können.

In den statistischen Tabellen wird es vielleicht genügen, wenn für die Angabe des Siliciumgehaltes und des Phosphorgehaltes ein Raum offen gelassen wird.

In der von mir in Vorschlag gebrachten Tabelle sind deshalb für diese Angaben 2 Spalten offen gelassen. Mög-

Digitized by Google

licherweise wirkt sowohl das Silicium wie auch der Phosphor schädlich ein; wahrscheinlich erscheint mir, dafs der Phosphor hauptsächlich auf die Bruchfähigkeit des Materials hinwirkt, weil bekanntlich Phosphor das Eisen überhaupt kaltbrüchig macht. Gewöhnlich nimmt man an, dafs 1 % Phosphor in dem zur Bessemerfabrikation gewählten Roheisen schon sehr viel ist: ein noch gröfserer Gehalt, macht das Fabrikat unzuverlässig.

Das Auswalzen der Stahlblöcke.

Der zu einer Schiene passend gemachte Stahlblock wird zunächst in einen Glühofen gebracht, dort der Weifsglühhitze unterworfen und demnächst unter einem schweren Hammerwerke ähnlich wie die vorhin beschriebenen Schienenpackete abgeschmiedet und erst dann zur fertigen Schiene ausgewalzt. Das tüchtige Ausschmieden der Blöcke wird für erforderlich gehalten, um die etwa vorhandenen Blasen des Blockes zu beseitigen und das Material dichter zu machen; es giebt jedoch Werke, welche das Abschmieden der Blöcke unter dem Hammer unterlassen und die Blöcke gleich nach dem Verlassen des Glühofens unter die Walzen bringen. Das weitere Verfahren zum Fertigmachen der Schienen ist gleich mit der Fertigung der Schienen aus Schmiedeeisen und bedarf daher hier keiner weiteren Erörterung.

Bessemerstahl-Kopfschienen mit sehnigem Fufs und Steg.

Die Fabrikation der Bessemerstahl-Kopfschienen hat gegen ähnliche Schwierigkeiten zu kämpfen wie die Fabrikation der Puddelstahl-Kopfschienen. Die zur Anwendung kommenden Fabrikationsmethoden gehen meistens darauf hinaus, die nachtheiligen Einflüsse der mangelhaften Schweifsung auf mechanische Weise herabzumindern.

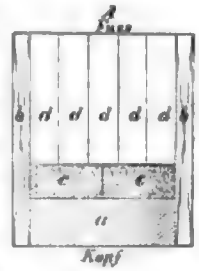
Die ersten Bessemerstahl-Kopfschienen wurden in England und Deutschland im Jahre 1865, oder nicht viel vor dieser Zeit, gefertigt. In Deutschland scheinen sich die Hermannshütte des Hörder Bergwerks- und Hüttenvereins zu Hörde, die Marienhütte zu Zwickau in Sachsen und die Maxhütte bei Regensburg in Bayern um die Ausbildung der Bessemerstahl-Kopfschienen-Fabrikation verdient gemacht zu haben.

Zu Hörde wurde zuerst das Verhältnifs des Stahlblockes zur Eisenpartie im Packete so gewählt, dafs in der fertigen Schiene die Grenze zwischen Stahl und Eisen in den Steg, etwa in die neutrale Axe verlegt wurde, weil man hoffte, dafs die mangelhafte Schweifsung zwischen Stahl und Eisen an diesem Ort am wenigsten nachtheilig sein würde.

Der Erfolg entsprach jedoch den Erwartungen nicht; es zeigte sich vielmehr, dafs die Stahlpartie sich beim Gebrauch häufiger von der Eisenpartie trennte. Aus diesem Grunde ging man in Hörde von dieser Methode ab und gab dem Stahlblock im Schienenpacket eine solche Stärke, dafs die Grenze zwischen Stahl und Eisen etwa in das zweite Drittel des Schienenkopfes, von oben gemessen, zu liegen kam. Diese Methode kam mithin wesentlich auf die Fabrikation der Puddelstahl-Kopfschienen mit angewendeter abgeschweifster Kopfplatine zurück. Noch vor einigen Jahren ist aus dem Hörder Werke nach dieser Methode eine gröfsere Schienenlieferung für die Bergisch-Märkische Bahn hervorgegangen; doch ist mir nicht bekannt geworden, wie sich die auf diese Weise gefertigten Schienen bewährt haben.

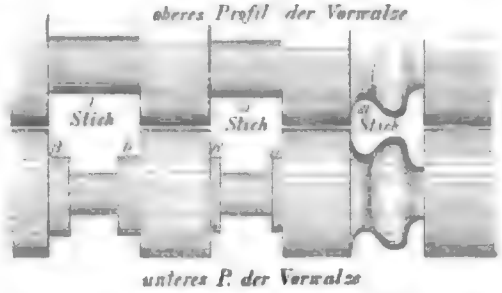
Die von der Marienhütte zu Zwickau und von der Maxhütte bei Regensburg angewandten Methoden weichen zwar in Einzelheiten von einander ab, zeigen aber doch manche Aehnlichkeiten.

Auf der Marienhütte kam zuerst die englische Methode zur Anwendung.



Das nebenstehende Packetschema *A* giebt die englische Packetirungsmethode für Bessemerstahl-Kopfschienen an, welche zunächst von der Marienhütte angewendet wurde.

In diesem Packet ist *a* der Gufsstahlblock zur Bildung des Kopfes, *b*, *b* sind abgeschweifste Eisenplatten, welche den Stahlblock seitlich umklammern, um denselben gegen Ueberhitzung zu schützen, *c*, *c* ist das Uebergangseisen (Kaltbrucheisen), und *d*, *d* sind gewöhnliche sehnige Eisenluppen zur Bildung des Fufses. Dieses Packet wurde zunächst in den Schweifsofen geschickt und zwar mit der Stahlpartie *a* dem Fuchs und die Eisenpartie *d*, *d* der Flamme zugekehrt, um solcherweise eine Ueberhitzung des Stahlblockes *a* fern zu halten.



Nach erfolgter Schweifshitze wurde dieses Packet, der zukünftige Kopf nach unten gerichtet, durch den Isten, IIten und IIIten Stich der hier skizzirten Vorwalze gezogen. Die Stiche I und II sollten an den Profiltheilen $\beta\beta$ die seitlichen abgeschweifsten Eisenplatten nach oben drücken, dieselben also dem Fufse zuführen, um auf diese Weise den Stahlkopf frei zu machen. Beim dritten Stich wurde das Packet gedreht und erhielt die Vorform des Schienenquerschnittes. Nach diesem dritten Stich wurde das ganze Schweifsstück einer erneuerten Schweifshitze ausgesetzt und nach Vollendung derselben erst zur fertigen Schiene ausgewalzt.

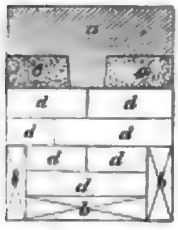
In der fertigen Schiene hatten sich sodann die verschiedenen Materialien etwa nach Fig. 1 auf Bl. F im Querschnitt der Schiene vertheilt. In dem Jahre 1865 wurde nach dieser Methode ein gröfseres Quantum Schienen fabricirt. Der Ausfall bei der Fabrikation dieser Schienen soll ein nicht unwesentlicher gewesen sein. Dagegen sollen die Schienen im Betriebe sehr gut gehalten und bei einer längeren Garantiezeit nur einen geringen Ausfall ergeben haben. Bei dieser Fabrikation kommt es sehr darauf an, dafs das Packet möglichst gleichmäfsig im Schweifsofen erwärmt wird, und hierzu gehört wiederum ein geschickter und gewissenhafter Schweifsmeister. Wenn das Packet in seinen Theilen nicht ganz gleichmäfsig erwärmt wird, so kommt es sehr leicht vor, dafs das Packetmaterial sich beim ersten Stich durch die Walze dreht und dafs das Uebergangsmaterial, welches in

Digitized by Google

der fertigen Schiene den Stahlkopf an beiden Backenseiten umgeben soll, sich nach der einen Seite zieht. In dem Querschnitt der Schiene würde das Material sich dann so vertheilen, wie in Fig. 2 auf Bl. F angegeben ist.

Der gröfsere Ausfall bei der Fabrikation veranlafste das Werk, zu einer anderen Methode überzugehen und für die Fabrikation der Bessemerstahl-Kopfschienen das nebenstehende Packet-Schema *B* zu wählen. In diesem Packet sind *a* der Bessemerstahlblock zur Bildung des Kopfes, *b* abgeschweifstes Eisen zur Bildung des Fufses, *c* das Uebergangsmaterial, und *d*, *d* gewöhnliche Eisenluppen.

B



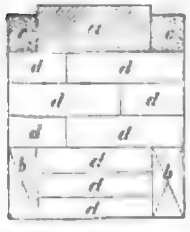
Der Stahlblock *a* ist unten mit einem Zahn versehen, um durch eine Verzahnung des Kopfes mit dem Stege ein Abspringen der Kopfplatte zu verhindern. In der fertigen Schiene würde sich das Material vertheilen etwa wie Fig. 3 auf Bl. F angiebt.

Diese Fabrikationsart ist auf der Marienhütte Jahre lang betrieben und wird daselbst auch wohl jetzt noch betrieben. Der Fabrikationsausschufs soll nach dieser Methode zwar nur mäfsig, der Ausschufs im Betriebe aber dem Vernehmen nach nicht unbedeutend gewesen sein.

Nach dieser Methode ist der Stahlkopf im Schweifsofen weniger gegen Ueberhitzung geschützt, weshalb nach derselben mehr Schienen entstehen, in denen der Kopf überhitzt ist. Ueberhitzter Stahl wird, wie bei Besprechung des Materials erörtert ist, leicht brüchig, und deshalb kommen bei solchem Material an den Seitenbacken der Schienen häufiger Ausbrüche vor, was auch bei den erwähnten Schienen hauptsächlich der Fall gewesen sein soll.

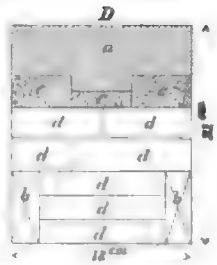
Die Maxhütte bei Regensburg hat sich gleichfalls in gröfserem Umfange mit dieser Fabrikation befafst. Wenn auch die Bildung des Packets nicht genau identisch mit jener der Marienhütte ist, so ist dennoch eine gewisse analoge Behandlungsweise unverkennbar, welche mich auf die Vermuthung führt, dafs die Maxhütte mit der Marienhütte in einem gewissen Rapport gestanden hat. Nebenstehende Packetskizze *C* ist in der Maxhütte angewendet. In diesem Packet sind *a* der Bessemerstahlblock zur Bildung des Kopfes, *b*, *b* abgeschweifste Eisenstäbe zur Bildung des Fufses, *c*, *c* Kaltbrucheisen zum Schutz des Stahlblockes im Schweifsofen und zur Vermittelung der Schweifsung, und *d*, *d* gewöhnliche Eisenluppen. Auch hier ist der Stahlblock an beiden Seiten durch Eisen geschützt, welches in Folge der Walzencalibrirung sodann beim Durchstechen zurückgedrückt wird; jedoch ist in diesem Falle das isolirende Material nicht abgeschweifstes Eisen, sondern Kaltbruchluppeneisen, welches zu gleicher Zeit das Schweifsen fördern soll. Der Idee nach, welche zu Grunde liegt, ist die Analogie mit dem Schema *A* der Marienhütte nicht zu verkennen.

C



Neuerdings wird auch in der Maxhütte nach einem andern Verfahren, welches eine gewisse Analogie mit dem Schema *B* der Marienhütte zeigt, fabricirt, und zwar nach dem Schema *D*. In diesem Packet sind *a* der Stahlblock, mit einem kleinen Zahn an der Unterfläche versehen, *b*, *b* abgeschweifste Eisenstäbe zur Bildung des Fufses, *c*, *c* Kaltbrucheisen als Uebergangsmaterial, und *d*, *d* gewöhnliche Eisenluppen. Der wesentliche Unterschied gegen das Schema *C* der Marienhütte beruht darin, dafs in diesem Fall der Zahn etwa um die Hälfte niedriger ist und mithin in der fertigen Schiene nicht so tief in den Steg hineingreift; die Idee ist im Uebrigen dieselbe wie bei dem Schema *C* der Marienhütte.

D



Ein aus der Maxhütte herrührendes Bruchstück einer Schiene, welche nach dem Schema *D* entstanden ist, befindet sich in meinen Händen. In demselben hat die Verzahnung des Stahlkopfes mit dem eisernen Stege in der in Fig. 4 auf Bl. F angegebenen Weise stattgefunden. Die Maxhütte hat mit ihrem Fabrikate seitliche Bruchversuche angestellt, um zu erfahren, ob bei denselben die Verzahnung lose würde. Eine solche seitliche Bruchprobe befindet sich in meinen Händen. Nach dieser Probe ist die Verzahnung nicht gelockert worden, der Bruch vielmehr unterhalb der Spitze des Zahnes erfolgt; in dem vorliegenden Falle hatte sich das Fabrikat mithin bewährt. Die Brüche, welche mir vorliegen, sind im Uebrigen sehr gesund und zeigen auch nicht die geringste überhitzte Stelle.

Auch in Westfalen hat aufser dem Hörder Hütten- und Bergwerksvereine noch ein anderes Werk Versuche mit der Fabrikation von Bessemerstahl-Kopfschienen gemacht. Diese Versuche wurden vor etwa $1^1/_2$ Jahren angestellt und ist mir nicht bekannt geworden, ob dieselben, wie beabsichtigt wurde, in gröfserem Umfange und mit welchem Erfolge fortgeführt sind. Dieses Werk hatte die von der Marienhütte aufgebrachte Idee einer Verzahnung des Stahlkopfes mit dem Stege weiter ausgebildet und zunächst eine fünffache und sodann eine dreifache Verzahnung versucht.

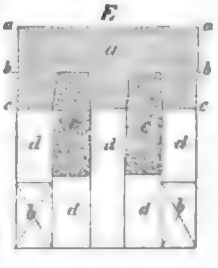
Die Beizprobe des glattgehobelten Querschnittes an einem Bruchstücke der Versuchsschiene zeigte die in Fig. 5 auf Bl. F skizzirte Gruppirung der Stahl- und Eisenmassen.

Die Verbindung zwischen Kopf und Steg ist offenbar nach dieser Versuchsmethode inniger geworden, als bei der früher besprochenen, doch bleibt es zweifelhaft, ob durch diesen Pleonasmus eine wirkliche Verbesserung eingeführt werden wird. Die Fabrikation würde höchst wahrscheinlich nach diesem Verfahren erschwert werden, und zwar

1) weil das Gufsstück zur Bildung des Kopfes mit mehr Zähnen nicht so leicht herzustellen ist, als ein solches mit nur einem Zahn, und

2) weil nach dieser Methode der Stahlblock weit mehr der Ueberhitzung ausgesetzt sein würde, als bei Anwendung eines in der Mitte des Packetes verhüllten Zahnes.

E



Durch nebenstehende Packetskizze *E* mag dieses mehr verdeutlicht sein. Nach dem Verfahren der Marienhütte und der Maxhütte werden an beiden Seiten nur die Breiten *a b*, nach dem neubeabsichtigten

Digitized by Google

Verfahren würden an denselben die Breiten *a c*, welche etwa doppelt so grofs sind als die Breiten *a b*, der directen Einwirkung der Hitze ausgesetzt sein, und aus diesem Grunde ist die Gefahr einer Ueberhitzung nach dem Schema *E* gröfser als bei einer Fabrikation nach den Schematen *A, B, C, D*.

Bei der grofsen Wichtigkeit, welche die Darstellung einer zuverlässigen Schiene mit einem harten Stahlkopfe und einem zähen schnigen Fufs für das Eisenbahnwesen hat, sind die Bemühungen, welche die genannten Werke auf die eben besprochene Industrie verwendet haben, gewifs in hohem Grade anerkennenswerth, und dieses um so mehr, wenn erwogen wird, dafs die zur Fabrikation des Bessemerstahles geeigneten Erze nicht allzu reichlich vorhanden sind und deshalb bei dem noch immer wachsenden grofsartigen Verbrauch des Bessemermaterials mit der Zeit ein fühlbarer Mangel an brauchbaren Erzen resp. Roheisen für den Bessemerprocefs eintreten wird. Ob jedoch das bis jetzt Erreichte sowohl die Producenten als die Consumenten befriedigt hat, will ich dahingestellt sein lassen. Mittheilungen über das Verhalten der Bessemerstahl-Kopfschienen Seitens der Sächsischen und Bayrischen Eisenbahnverwaltungen, welche dieses Material verwenden resp. verwendet haben, würden für die Eisenbahntechnik von grofsem Interesse sein.

III. Der Verschleifs der Eisenbahnschienen.

In erster Linie ist der Verschleifs der Eisenbahnschienen von den zur Verwendung gekommenen Materialien, von der Zusammensetzung und der Verarbeitung derselben, oder mit anderen Worten, von der inneren Textur der Schienen abhängig; in zweiter Linie ist derselbe von den angreifenden Kräften und von den Umständen abhängig, unter denen die Angriffe erfolgen.

Sollen die Leistungen der Werke nach Billigkeit erwogen und gewürdigt werden, so genügt es nicht, die Güte des Materials nach dem Procentsatze des verschlissenen Materials, welcher sich in einer gewissen Zeit zur ganzen betreffenden Lieferung ergeben hat, allein zu bemessen. Zur Gewinnung eines sicheren und vorurtheilslosen Urtheils sind auch die Umstände, unter welchen der Verschleifs erfolgt ist, in Erwägung zu ziehen. Wollte man Letzteres unterlassen, so könnte man sehr leicht zu falschen Resultaten gelangen und einem schlechteren Material vor einem besseren Material den Vorzug einräumen.

Die angreifenden Kräfte bringen die Keime des Verschleifses, welche im Material selbst enthalten sind, zur Entwickelung. Je stärker diese Kräfte sind, je häufiger dieselben wirken und je mehr sie in ihrer Wirkung von localen Verhältnissen begünstigt werden, desto schneller und desto vollkommener tritt die Aeufserung ihrer Wirksamkeit, der vollendete Verschleifs, zu Tage. Als angreifende Kräfte sind die Momente aufzufassen, welche sich aus dem Gewicht des rollenden Materials und aus der Geschwindigkeit, mit welcher dasselbe fortbewegt wird, zusammensetzen; diese Kräfte würden mithin unter der Annahme einer mittleren Geschwindigkeit dem Gewichte des rollenden Materials proportional zu setzen sein. Da die Wirkung eine Aeufserung der angreifenden Kraft ist, so steht auch diese, d. h. im vorliegenden Falle der Verschleifs des Gestänges, unter übrigens gleichen Umständen im Verhältnifs zu dem über die Schienen bewegten Gewicht oder, was dasselbe sagen will, zur täglich bewegten Achsenzahl. Zur Beurtheilung der Haltbarkeit des Schienenmaterials ist deshalb in den statistischen Tabellen eine Angabe über die täglich bewegten Züge resp. Achsen, welche als Repräsentanten der angreifenden Kräfte angesehen werden müssen, nicht zu unterlassen.

Die angreifenden Kräfte werden unter Umständen durch Extra-Kräfte unterstützt. In Folge dessen wird die Wirkung, der Schienenverschleifs, gröfser. Als eine solche Kraft stellt sich die Reibung dar, welche durch heftiges Anbremsen der Züge extra hervorgerufen wird.

Es wird deshalb billigerweise in der statistischen Tabelle ein Raum zur Angabe der Schienenzahl, welche auf Bremsstrecken und scharf betriebenen Rangirbahnhöfen verlegt sind, zu berücksichtigen sein.

Da ferner die Neigungs- und Curven-Verhältnisse der Bahnstrecken nicht ohne Einfluss auf den früheren oder späteren Verschleifs des Schienenmaterials sind, so dürfen auch diese in den statistischen Tabellen nicht aufser Acht gelassen werden. In dem besprochenen Sinne sind die Tabellen zusammengestellt, welche ich zur weiteren Prüfung am Schlusse in Vorschlag bringen werde.

Eintheilung des Schienenverschleifses.

Der Schienenverschleifs kann entweder ein regelmäfsiger oder ein unregelmäfsiger sein, und letzterer kann entweder auf die Natur des gewählten Materials oder auf die ausgeführte Fabrikationsmethode zurückgeführt werden. Nach diesen Gesichtspunkten theile ich den Schienenverschleifs in folgende 3 Hauptgruppen:

1) der regelmäfsige Verschleifs,
2) der unregelmäfsige Verschleifs, welcher sich aus der Beschaffenheit des Materials ergiebt,
3) der unregelmäfsige Verschleifs, welcher sich aus der Fabrikationsweise ergiebt und in der Regel auf Schweifsfehler zurückzuführen ist.

Der regelmäfsige Verschleifs.

Die regelmäfsige Abnutzung ist selbstverständlich niemals zu beseitigen; dieselbe vollzieht sich um so langsamer, je widerstandsfähiger das Material ist, und erscheint um so gleichmäfsiger, je homogener das innere Gefüge, die Textur, desselben ist. Bei Schienen mit homogener, körniger Textur, z. B. bei Gufsstahlschienen, erscheint die Abnutzung in der Regel als ein gleichmäfsiger Abschliff mit einer nach dem Inneren des Geleises gerichteten geneigten Ebene, welche etwa der Conicität der angreifenden Radreifen entspricht.

Bei Gufsstahlschienen und Kaltbruch-Kopfschienen, wenn letztere ohne Schweifsfehler sind, erfolgt dieses Abschleifen in der Regel, ohne Stauchungen oder Seitenbärte zu hinterlassen. In solchen Strecken, auf denen viel und heftig gebremst wird, kommt es jedoch auch bei den besten Stahlschienen vor, dafs an der oberen Fläche des Kopfes dünne Blättchen abgetrieben werden.

Ist das Material der Schiene zwar gleichmäfsig gefügt oder fehlerfrei zusammengeschweifst, dabei aber von einer gröfseren Weichheit, so werden aufser den abschleifenden auch die pressenden Einwirkungen der Räder bemerkbar, und es werden dann neben dem Abschliff auch die Stauchungen am Schienenkopf sichtbar. Ist das Material von gleichmäfsigem Gefüge oder gut und fehlerfrei geschweifst, so sind auch

Digitized by Google

Fig. 1.

Schniges Schmiedeeisen.

Fig. 2.

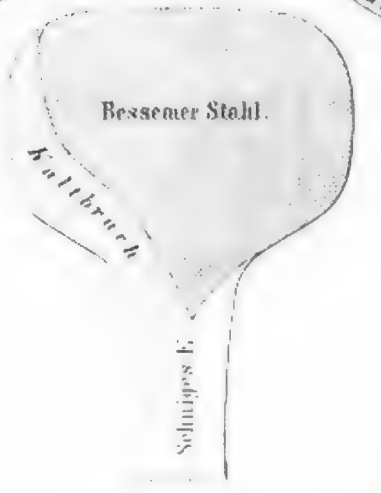


Fig. 3

Schniges Schmiedeeisen

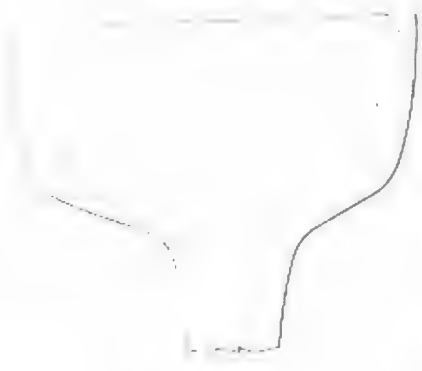
Fig. 4.

Fig. 5

Schniges Schmiedeeisen.

Fig. 6.

Fig. 7.



Oberansicht.

Fig. 8.

Digitized by Google

diese Stauchungen ganz gleichmäfsig. Je weicher das Material ist, desto sichtbarer wird die Stauchung. In vorgeschrittenen Stadien tritt die Stauchung über den Rand der Schiene hervor und bildet auf diese Weise die Stauchbärte an der inneren Seite der Schiene, wie in Fig. 6 auf Bl. F bei *a* angegeben ist. Im Laufe der Zeit streckt sich der Bart immer mehr, biegt sich sodann um und bricht endlich bei fortgesetzter Einwirkung der Räder ab. Die gröfsere Länge der Stücke, in denen dieser Bart abbricht, läfst auf ein besseres und zäheres Material schliefsen. Bisweilen kommt es vor, dafs der Bart in einem Stück fast in der Länge der Schiene abbricht und dann als ein unregelmäfsig geformter eckiger grober Draht erscheint. Nach Beseitigung des ersten Bartes nimmt die Stauchung ihren weiteren Verlauf; es bildet sich ein zweiter Bart und nachdem auch dieser beseitigt ist, wiederholt sich dieser Prozefs so lange, bis der Kopf so schwach geworden ist, dafs die Schiene ausgewechselt werden mufs.

Ist das Material noch weicher, so werden auch die unteren Eisentheilchen des Kopfes mehr in die Stauchbewegung hineingezogen. Bei solchem Material kommt es häufig nicht zur Bartbildung, weil der ganze Kopf sowohl unten wie oben breit gedrückt wird, wie Fig. 7 auf Bl. F ergiebt. Mit dieser Art der Abnutzung ist jedesmal eine sehr bemerkbare Spurverengung verbunden. Dieselbe äufsert sich am häufigsten in viel befahrenen Weichencurven und ist immer, wenn die Stauchung gleichmäfsig erfolgt war, ohne Längeneinrisse an der Oberfläche des Kopfes oder ein Oeffnen der Schweifsfugen zu zeigen, das Zeichen eines ganz vorzüglich guten Materials, welches jedoch unrichtig verwendet war. Diese Abnutzung kann immer noch als eine regelmäfsige angesehen werden, falls die Stauchung gleichmäfsig in der ganzen Länge der Schiene erfolgt war; dieselbe steht jedoch schon an der Grenze des regelmäfsigen Verschleifses.

Der unregelmäfsige Verschleifs, welcher sich aus der Beschaffenheit des Materials ergiebt.

Der aus der Natur des Materials hervorgehende unregelmäfsige Verschleifs ergiebt sich theils aus der chemischen Beschaffenheit, theils aus der Verarbeitung des Rohmaterials. Derselbe läfst sich trennen in:

1) Schienenbrüche,
2) Schienenausbrüche,
3) Druckflecken.

Schienenbrüche.

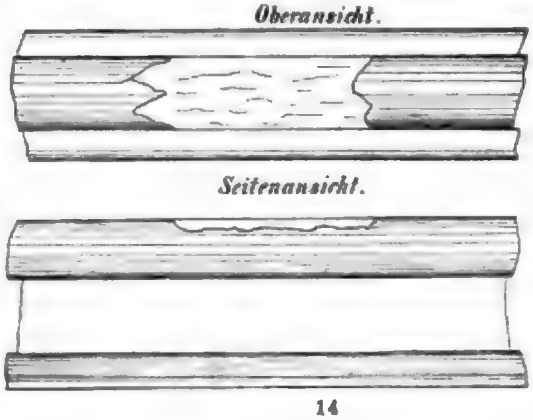
Schienenbrüche kommen in der Regel bei gutem sehnigen Material selten oder gar nicht vor; am häufigsten zeigen sich dieselben bei Material von körniger Textur und sind dann sehr wahrscheinlich eine Folge des Phosphorgehaltes. Schienen, welche nicht nur im Kopf, sondern auch im Fufs und Steg aus Kaltbruchmaterial bestehen, kommen häufiger, meistens in den kalten Wintermonaten zum Bruch. Dergleichen Schienen werden jedoch in Deutschland wohl nur in seltenen Fällen verwendet. Häufiger wird in Belgien und Frankreich Kaltbrucheisen zur Schienenfabrikation verbraucht. Die Französische Ostbahn scheint ganz mit Kaltbruchschienen belegt zu sein, wenigstens zeigten sämmtliche Schienenbrüche, welche ich im Winter 1870 und 71 auf der Strecke von Commerci bis Epernay beobachtet habe, nur dieses Material, und Schienenbrüche waren auf dieser Strecke in der angegebenen Winterzeit eben keine Seltenheit. Brüche an Kaltbruch-Kopfschienen mit sehnigem Fufs und Steg habe ich dagegen bis jetzt noch nicht zu verzeichnen gehabt.

Dafs auch bei den Bessemerstahlschienen häufiger Brüche bemerkt werden und dafs auch diese wahrscheinlich auf den Phosphorgehalt des Materials zurückzuführen sind, ist bereits oben gesagt; auch ist schon bemerkt worden, dafs dieses von anderer Seite bestritten wird und dafs auch dem Siliciumgehalte des Bessemermaterials auf die Bruchfähigkeit ein gewisser Einflufs zugeschrieben wird. In der Regel äufsern sich die Brüche an solchen Stellen, welche schon von vornherein Gelegenheit zu feinen, unbemerkbaren Einrissen gegeben hatten, weshalb dieselben meistens in den Laschenlöchern und in den Ausklinkungen ihren Anfang nehmen; es kommen jedoch auch Vertikalbrüche vor, welche sich nicht auf die Laschenlöcher und Einklinkungen zurückführen lassen, und solche Brüche sind häufig in einem ungeschickten Nachrichten begründet. Die gröfsere oder geringere Zahl der vorkommenden Schienenbrüche wird, wie bereits oben gesagt ist, in der Regel auf die gröfsere oder geringere Menge der dem Material innewohnenden schädlichen Bestandtheile zurückzuführen sein, und empfiehlt es sich deshalb, neben den sonst üblichen Proben auch die chemische Controle des Materials einzuführen.

Die Schienen-Ausbrüche.

Ausbrüche an den Schienen zeigen sich an den Seitenbacken und an der oberen Fläche des Kopfes. Sie lassen sich entweder auf verbrannte oder auf rohe Stellen im Material zurückführen und kommen häufiger beim Puddelstahl oder Feinkorneisen, als bei sehnigem Eisen vor. Bei Beschreibung des Puddelprozesses ist erörtert, dafs bei Darstellung des Puddelstahls resp. des Feinkorneisens die fünfte Periode des Puddelns, das Frischen in der Flamme, unterdrückt werden mufs und dafs in Folge dessen sehr häufig Eisentheilchen, welche noch in der Kohlung des Kornes begriffen sind, mit zur Luppe geballt werden.

Dieses trifft vorzugsweise bei den Theilen des flüssigen Eisenbades zu, welche an den Seiten und Ecken des Puddelofens gelegen sind und nicht ordentlich zum Aufwallen gelangen können. Wenn solche rohe Stellen nach dem Auswalzen der Luppen zur fertigen Schiene in den Kopf zu liegen kommen, so können die betroffenen Theile den Angriffen nicht gleichen Widerstand entgegensetzen und brechen in Folge dessen nach und nach ab, wie durch nachstehende Skizze



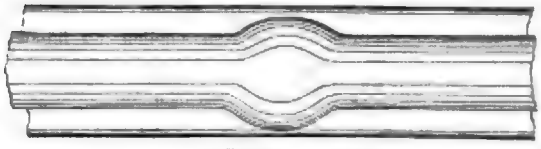
Digitized by Google

etwa veranschaulicht ist. Ein sogenannter Druckflecken entsteht hierbei nicht, wenn sonst das Material keine Schweifsfehler resp. Blasenbildungen hat; da aber in der Oberkante durch diese Art des Verschleifses eine Vertiefung entstanden ist, so erhalten beim Befahren der auf diese Weise defect gewordenen Schienen die Fahrzeuge Vertikalschläge und diese können leicht Veranlassung zu Federbrüchen werden. Befinden sich mehr derartige fehlerhafte Stellen in derselben Schiene, so entwickelt sich in derselben eine entsprechende Reihe solcher Ausbrüche im Betriebe. Schienen, an welchen sich die eben besprochenen Defecte zu zeigen beginnen, werden in Hauptgeleisen am besten gleich ausgewechselt. Zeigen sich diese Ausbrüche an den Seitenbacken der Schienen, so werden dieselben Veranlassung zu Horizontalschlägen, und treffen dieselben zufällig mit lose gewordenen Schwellen zusammen, so können sie Veranlassung zu Entgleisungen werden, weil dann sehr leicht der Fall eintritt, dafs sich gleichzeitig die partielle Entlastung einer Endachse, wenn auch nur auf einen kurzen Zeitmoment, entwickelt und deshalb die entstandene Horizontalkraft ein so grofses Uebergewicht über die, hauptsächlich die Stabilität des Gestänges vergrößernde Vertikalkraft gewinnen kann, dafs das Schienenbefestigungsmaterial demselben nicht zu widerstehen befähigt ist.

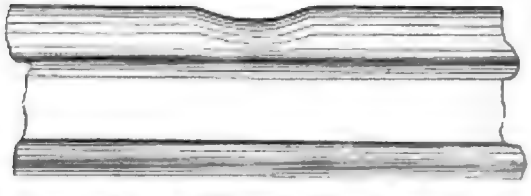
Druckflecken.

Verwandt mit diesen Ausbrüchen sind die sogenannten Druckflecken. Diese entwickeln sich gleichfalls vorzugsweise im körnig gepuddelten Material und haben ihren Grund in Blasenbildungen. Wahrscheinlich entstehen im Puddelprozefs die Blasenbildungen dadurch, dafs aufsteigende Kohlenoxydgasbläschen nicht zur Oberfläche des Bades gelangen können und beim Puddeln mit zur Luppe gebracht und von dieser eingeschlossen werden. Diese Blasen werden beim Betriebe platt gedrückt und in Folge dessen entstehen an beiden Seiten des Schienenkopfes Ausbauchungen, meist mit kurzen

Oberansicht.



Seitenansicht.



Biegungen, und an der Schienenoberkante macht sich in diesem Falle eine Senkung bemerkbar. Je nachdem die in dem Schienenkopf eingeschlossenen Blasenbildungen von gröfserem und geringerem Umfange sind, entwickeln sich im Betriebe die Druckflecken früher und in gröfseren Dimensionen. Schienen, an welchen sich diese Defecte zeigen, bringen an der Druckstelle stets eine Sparverengung hervor und geben aufserdem sowohl zu Vertikal- als auch zu Horizontalschlägen Veranlassung und müssen deshalb auf jeden Fall aus dem Geleise entfernt werden.

Befinden sich in dem Kopf der Schiene mehrere Blasenbildungen, so entsteht eine ganze Reihe solcher Druckflecken an derselben Schiene und dieser Fall kann häufig beobachtet werden. Dafs dieselbe Schiene sowohl mit rohen Stellen im Material als auch mit Blasenbildungen behaftet sein kann, bedarf keiner Erörterung. Bei solchen Schienen entwickeln sich dann im Betriebe sowohl die Ausbrüche als auch die Druckflecken. Wenn das Material im Uebrigen gut geschweifst ist, so ist mit der Bildung der Druckflecken ein Einreifsen an der betreffenden Stelle nach der Längenrichtung der Schienen nicht verbunden. Diese Erscheinungen werden sich nur dann zeigen, wenn zu den angegebenen Blasenbildungen noch Schweifsfehler hinzutreten.

In welchem Umfange sich diese, vorzugsweise dem körnig gepuddelten Material anhaftenden Mängel äufsern, kann selbstverständlich von einem einzelnen Beobachter nicht angegeben werden, auch würde dem Urtheile desselben mehr oder weniger der Vorwurf der Subjectivität gemacht werden können; ich glaube jedoch vorzugsweise an dem bezeichneten Material sowohl die Ausbrüche als die Druckfleckenbildungen wahrgenommen zu haben, halte schon aus diesem Grunde die Verwendung des Puddelstahls zur Schienenfabrikation nicht für empfehlenswerth und mufs es der weiteren Entwickelung der Schienenstatistik überlassen, festzustellen, ob und wie weit in dieser Hinsicht die eben ausgesprochene Ansicht richtig ist. Die Fachgenossen werden der weiteren Entwickelung der Schienenfabrikation einen wesentlichen Dienst erweisen, wenn sie sich dazu entschliefsen können, gleichfalls ihre Wahrnehmungen zu äufsern.

Der unregelmäfsige Verschleifs, welcher sich aus Fabrikationsfehlern ableitet.

Der Schienenverschleifs, welcher sich aus der Fabrikationsweise ableitet, läfst sich im Allgemeinen auf Schweifsfehler zurückführen. Derselbe äufsert sich in der Lockerung und Abtrennung einzelner Theile des Kopfes. Je nachdem das Schienenmaterial aus vertikaler oder aus horizontaler Packetirung entstanden war, haben diese Abtrennungen eine vertikale oder horizontale Tendenz. Sie können beide Tendenzen in sich vereinigen, wenn die Schienen aus horizontaler Packetirung mit Anwendung einer vertikal packetirten, bereits abgeschweifsten Kopfbramme hervorgegangen waren. In der Regel läfst sich aus der Art der Lockerung resp. Abtrennung einzelner Theile des Kopfes die zur Anwendung gebrachte Packetirungsweise erkennen; bei Schienen jedoch, welche einen Kopf von gutem sehnigen Eisen haben, zeigt sich die merkwürdige Eigenthümlichkeit, dafs die Köpfe auf stark befahrenen Strecken, vorzugsweise auf stark betriebenen Rangirgeleisen und Bremsstrecken, nach den einzelnen Fäden des sehnigen Gefüges sich auflösen, so dafs die Köpfe als ein Bündel stark zusammengepreifster und mit einander verflochtener Drähte erscheinen. Diese Erscheinung ist eine weitere Entwickelung der bei Besprechung des regelmäfsigen Schienenverschleifses erörterten starken Kopfstauchungen, welche durch starken Betrieb an weicherem Material hervorgebracht werden. Abgesehen von diesem Vorkommnifs, welches schwerlich noch zum regelmäfsigen Veschleifs gerechnet werden kann, sind die aus Schweifsfehlern originirenden Schienenverschleifse zu trennen in:

1) vertikale Abtrennungen,

Digitized by Google

2) horizontale Abtrennungen,
3) combinirte vertikale und horizontale Abtrennungen am Kopf der Schiene.

Vertikale Abtrennungen.

Die vertikalen Abtrennungen sind nur möglich, wenn die Schienen aus vertikaler Packetirung hervorgegangen sind. Dieselben äufsern sich zunächst in dem Sichtbarwerden einer Schweifsfuge. Dieses Oeffnen kann sich auf einen Theil der Schweifsstelle, oder auf mehrere Orte derselben vertheilen, oder gleichmäfsig auf der ganzen Schweifsnaht äufsern. Die geöffnete Schweifsnaht erweitert sich sodann bis zu deutlich erkennbaren Spaltungen und diese entwickeln sich schliefslich zu vollständigen Abtrennungen. Geht der zu Grunde liegende Fehler in der Schweifsung durch die ganze Schienenlänge, so erfolgt auch demgemäfs die Spaltung resp. Trennung.

Wenn sich diese Spaltungen in den Schienenbacken zeigen, so kann die Schiene nochmals umgedreht werden und kann dann oft noch Jahre lang Dienst thun, wenn auf der andern Seite ähnliche Schweifsfehler nicht hervortreten sollten. Tritt dagegen die Oeffnung der Schweifsnaht in der Mitte des Schienenkopfes auf, so wird die Schiene vollständig unbrauchbar und ist dann zu dem unbrauchbaren Material zu legen.

Das Oeffnen der Schweifsnaht in der Mitte des Schienenkopfes zeigt eine gewisse Analogie zu den besprochenen Druckflecken, darf jedoch mit letzteren nicht verwechselt werden. Die Druckflecken, denen Blasenbildungen zu Grunde liegen, haben eine kurze, stark gekrümmte Tendenz. Bei den ersten Stadien der Schienenspaltungen treten gleichfalls Druckflecke zu Tage; diese erscheinen jedoch lang gestreckt

und laufen an beiden Seiten mit sanft geschmiegten Curven schliefslich in das normale Schienenprofil ein, so dafs sich die Form eines schlanken Fischbauches bildet, welcher in der Mitte durch einen feinen Spalt getrennt ist, wie in vorstehender Skizze veranschaulicht ist.

Horizontale Abtrennungen.

Die horizontalen Abtrennungen sind nur bei solchen Schienen denkbar, welche aus horizontaler Packetirung entstanden sind. Sie erscheinen in Form von Abblätterungen, wenn bei der Fabrikation keine vorher abgeschweifste Kopfbramme angewendet war. Diese Abblätterungen haben eine gröfsere oder geringere Ausdehnung, je nachdem sich der zu Grunde liegende Schweifsfehler auf eine gröfsere oder geringere Länge im Schienenkopf erstreckt.

Es kommt vor, dafs mehrere Schweifsfehler unter einander liegen, und dem entsprechend trennt sich an der betreffenden Stelle eine Lage nach der andern ab, indem die obere Abblätterung durch die Conicität der Räder nach der innern Schienenseite gedrückt wird und dort in Form von Lappen herunterhängt, wie in Fig. 8 auf Bl. F veranschaulicht ist.

Schienen, in welchen sich diese Defecte zu zeigen beginnen, müssen aus Hauptgeleisen sofort beim Beginn der Defecte entfernt werden, weil dieselben zu Horizontal- und Vertikalschlägen Veranlassung geben.

Abspringen des Kopfes.

War bei der horizontalen Packetirung eine bereits abgeschweifste Kopfbramme zur Anwendung gebracht, die Schiene mithin in der von mir so genannten gemischten Schweifshitze entstanden, so erfolgt häufig ein theilweises oder auch ein totales Abspringen des Kopfes. Am häufigsten erfolgt die Trennung der Kopfbramme vom übrigen Schienenrumpf bei Puddelstahl-Kopfschienen, und zwar weil die durch die gemischte Schweifshitze bedingte mangelhafte Schweifsung wegen der erörterten physikalischen Verschiedenheiten zwischen Eisen und Stahl noch fehlerhafter wird.

Auf Blatt G sind die verschiedenen Stadien des Kopfabspringens, wie sich dieselben nach einander beim Betriebe entwickeln, dargestellt. Schon die ersten Anfänge sind in der Regel von einem aufmerksamen Bahnmeister beim Streckenbegange zu erkennen; in Zeiten anhaltend trockener Witterung ist die Wahrnehmung des beginnenden Uebels erschwerter.

Im ersten Stadium fängt die Schweifsfuge an sichtbar zu werden, so dafs ein haarfeiner Rifs sich öffnet. Dieser Rifs kann sich:

1) auf der ganzen Schienenlänge,
2) in der Mitte der Schienenlänge,
3) an mehreren Stellen in der Schienenmitte,
4) an einem Ende

einfinden und macht sich dann gewöhnlich an beiden Seitenbacken der Schiene durch einen ziemlich scharf gezogenen Roststrich, welcher durch das eindringende Regenwasser hervorgebracht wird, bemerklich, wie auf Bl. G Figur 1 bis 4 angedeutet ist. Indem der Rost sodann weiter eindringt und sich in gröfserer Menge entwickelt, wird derselbe durch das Regenwasser niedergespült und fliefst gleichmäfsig an beiden Seiten des Steges herab. Hierbei nimmt derselbe eine blaugraue Färbung an und diese hebt die schadhafte Schienenstelle sehr merklich von der gesunden ab, so dafs schon in einiger Entfernung der Defect leicht erkannt werden kann. Es ist dann Zeit, die Schiene sofort auszuwechseln, weil nicht ermessen werden kann, in welchem Momente die vollständige Abtrennung der Kopfbramme erfolgen wird. Dieses Ereignifs kann manchmal noch lange Zeit auf sich warten lassen; bisweilen erfolgt jedoch das Abspringen des Kopfes unvermuthet und plötzlich und kann dann selbstverständlich bedauerliche Folgen haben. Dieses zweite Stadium der Entwickelung ist in Fig. 1^a bis 4^a auf Bl. G dargestellt.

Im dritten Stadium endlich erfolgt die Lösung der Kopfplatte und das demnächstige Abspringen derselben wie in Figur 1^b, 2^b, 2^c, 3^b und 4^b veranschaulicht ist. Das Abspringen erfolgt nach Maafsgabe der Vorstadien entweder auf der ganzen Länge der Schiene oder auf einem Theile derselben. Häufiger kommt der Fall vor, dafs in der Mitte der Schiene die Abhebung auf eine Länge von 4^m erfolgt und sodann die abgesprungene Kopfplatte einen Bogen von 4^{cm} Stich bildet. Bisweilen reifst der Bogen in der Mitte durch, wie in Figur 2^c angegeben ist. Sowohl dieser Fall als auch der Fall 4^b erscheint besonders gefährlich, weil bei denselben möglicherweise die aufwärts gerichteten Enden der

Digitized by Google

Kopfplatte beim Befahren aufwärts federn und sich dadurch über das Rad eines Fahrzeugs schieben können.

Die Trennungsflächen erscheinen in der Regel vermischt, theils metallisch rein, theils mit feinen Rostäderchen durchzogen. Dafs die Kraft, mit welcher das Abspringen erfolgt, im Stande sein kann, die über den Kern gekröpften Seitenlappen der Kopfplatte gerade zu strecken und demnächst das Abheben der ganzen Platte zu bewirken, ist bereits erörtert. In der Regel erfolgt das Abspringen erst in dem vierten bis fünften Betriebsjahre; doch kommt es auch vor, dafs die Kopfplatten schon im ersten Betriebsjahre und sogar in den ersten Monaten abspringen.

Das Abspringen der Kopfplatte zeigt sich keineswegs nur auf stark betriebenen Bahnstrecken, sondern auch auf sehr schwach betriebenen; es ist mir, um ein Beispiel anzuführen, von einem Fachgenossen versichert worden, dafs auf der Vorpommerschen Bahn von Angermünde nach Stralsund, auf welcher in der Regel täglich nur 6 bis 8 Züge verkehren, das Abspringen der Stahlköpfe keineswegs zu den Seltenheiten gehört.

Combinirte horizontale und vertikale Trennungen des Kopfes.

Wenn die zur Anwendung gebrachte, vorher abgeschweifste Kopfbramme vertikal packetirt war, so kann gleichzeitig eine Trennung der Kopfbramme vom Schienenrumpf mit einer Vertikalspaltung erfolgen, und diese kann sowohl in einem gleichzeitigen Abspringen resp. Spalten in der Nähe der Seitenbacken, als auch in der Kopfmitte erfolgen. Dieser Fall wird jedesmal dann vorkommen, wenn schon die Kopfplatte Schweifsfehler hatte.

Das Zusammentreffen beider Arten der Trennungen ist mehrfach von mir beobachtet worden.

IV. Schlufsbemerkungen.

Die Materialfrage ist nach dem Vorgetragenen vorzugsweise eine Geldfrage; die Aufgabe der Eisenbahnverwaltungen wird mithin darin bestehen, mit allen in ihren Kräften stehenden Mitteln dahin zu wirken, dafs das Schienenmaterial besser und widerstandsfähiger, die Schienenfabrikation aber vollkommener werde.

Durch solche Verbesserungen würde unzweifelhaft der Verschleifs an Material herabgemindert, die Kosten für die jährlichen Erneuerungen des Gestänges würden sehr bedeutend ermäfsigt und in Folge dessen die Rentabilitätsverhältnisse der Bahnen in demselben Maafse vergröfsert werden. Die Eisenbahnverwaltungen haben es in ihrer Hand, durch weitere Ausbildung der statistischen Sammlungen die Concurrenz unter den Fabrikanten mehr zu beleben und durch dieselbe auf die Verwendung besseren Materials und auf eine sorgfältigere und vollkommenere Fabrikationsweise hinzuwirken, und hierzu erscheint es wünschenswerth, in den statistischen Zusammenstellungen nicht nur den Procentsatz der in einer gewissen Zeit verschlissenen Schienen zu vermerken.

Zur Gewinnung einer klaren Anschauung über das Verhalten der Schienen sind in der Statistik auch die Gründe, welche den Verschleifs verursachten, und die Umstände, unter welchen derselbe erfolgte, anzugeben. In diesem Sinne sind die Tabellen: Anlage A, B, C und D abgefafst. Die Anlage A ist zur Ausfüllung für die Bahnmeister, die Anlage B zum Gebrauch für die Abtheilungs-Ingenieure, die Anlage C für das technische Büreau der Directionen, und die Anlage D für die statistische Centralstelle in Vorschlag gebracht.

Um die Leistungen der Fabrikanten und den Werth der zur Anwendung gekommenen Fabrikationsmethoden derselben besser übersehen zu können, würde es sich empfehlen, auf der statistischen Centralstelle die gesammelten Resultate nicht nach Eisenbahnverwaltungen, sondern nach den Fabrikanten zu ordnen und, falls derselbe Fabrikant mehrere Fabrikationsmethoden zur Anwendung brachte, auch diese für denselben Fabrikanten getrennt zu halten. Nachdem auf diese Weise die Leistungen der Fabrikanten der Reihe nach aufgeführt sind, würde ein kurzes Resumé, in welchem die verschiedenen Fabrikationsmethoden und Leistungen der Fabrikanten nach Verdienst zu würdigen sind, als Schlufsresultat zu folgen haben.

Der in Vorschlag gebrachte Weg ist zwar langwierig, dürfte aber als der einzig sichere und zum Ziele führende erscheinen. Die Beschreitung desselben wird allein im Stande sein, die noch bestehenden Lücken in der Behandlung der Materialfrage endlich auszufüllen.

Nach den Wahrnehmungen, welche ich in den vorstehenden Aufsatz niedergelegt habe, bin ich zu folgenden Ansichten gekommen:

1) Schienen, welche aus zusammengeschweifstem Material entstanden sind, haben eine ungleichmäfsige Dichtigkeit und versprechen deshalb keine grofse Dauer.

2) Zur Bildung der Schienenpackete sind möglichst nur frische Luppenstäbe zu verwenden.

3) Die Verwendung von bereits verschlissenen Eisenbahnschienen zur Fabrikation neuer Schienen ist verwerflich.

4) Die Verwendung von bereits abgeschweifsten Kopfbrammen zur Bildung des Schienenkopfes ist schädlich. Abgeschweifste Eisenstäbe dürfen nur zur Bildung der Fufskanten verwendet werden.

5) Der Puddelstahl und das demselben verwandte Feinkorneisen enthält häufig rohe Stellen und Blasenbildungen; der Vortheil der körnigen Textur wird hierdurch bedeutend beeinträchtigt und bleibt es deshalb zweifelhaft, ob dieses Material zu empfehlen ist.

6) Die feste Vereinigung von Schmiedeeisen und Stahl durch einfache Schweifsung ist wegen der physikalischen Verschiedenheiten beider Materialien nicht möglich. Puddelstahl-Kopfschienen lassen deshalb den gröfseren Kostenaufwand für ihre Beschaffung nicht gerechtfertigt erscheinen. Ob die Walzwerkstechnik im Stande sein wird, auf mechanische Weise eine dauernde Verbindung zwischen Stahl und Eisen herbeizuführen, ohne dafs eins der beiden Materialien leidet, bleibt abzuwarten.

7) Die Verwendung von gutem Kaltbrucheisen im Kopf der Schienen erscheint unter Umständen vortheilhaft.

8) Homogenes Material nutzt sich am gleichmäfsigsten ab und verspricht deshalb die gröfste Dauer. Auf lebhaft betriebenen Strecken sind deshalb nur Gufsstahlschienen zu verwenden, die chemische Zusammensetzung dieses Materials ist jedoch bei jeder Lieferung zu controliren.

Digitized by Google

Digitized by Google

Firma der Eisenbah

Anlage A.

hnschienen.

en ten

eister.

Bemerkungen. Die Bahnmeister sind gehalte endung bestimmt sind, werden nicht eingetragen. Am Schlufs des Jahres ist die Summe zu ziehen;
der Rapport ist sodan
Die eingeleisigen Strecken si
Die Summen der Col. 6 resp.
Schienen, welche in Folge v

I. Lieferungen.					III. Ausgewechselte Schienen und Lage derselben.															
1	2	3	4	5	6	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
						Die ausgebauten Schienen vertheilen sich													
						hältnissen nach					den Curvenverhältnissen nach								
						n mit Neigungen					auf Curven mit einem Radius von								
Laufende Nr.	Namen der Fabrikanten und Fabrik-zeichen.	Die Schienen sind eingelegt im Jahre	Die Schienen sind verlegt in den Stationen		Summ der eingel Schienen	bis 1/100	von 1/100 bis 1/50	von 1/50 und stärkeren	auf Rangir-Bahnhöfen und Brems-strecken	Summa von Col. 29 bis Col. 37	auf geraden Strecken	bis 4000 m	von 4000 m bis 3000 m	von 3000 m bis 2000 m	von 2000 m bis 1500 m	von 1500 m bis 1000 m	von 1000 m bis 500 m	mit kürzerem Radius als 500 m	in Weichen	Summa von Col. 39 bis Col. 47
			von	bis	eingeleisiger Streck	ick	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück

esultate.

49	50	51	52	53	54	55	66

gleichmäfsigen Abschliff ohne Stauchbärte	gleichmäfsige Stauchungen ohne Einrisse		Mat				
			Durchbrüche				
	mit Stauch-bärten an der Seite	ohne Stauch-bärte	in den Laschen-löchern	Klinkungen	in anderen Stellen	in den	
Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	St	

er besonders interessante Verschleifsarten.

Digitized by Google

Anlage B.

..... bis zum Schluss des Jahres 18..... eingebauten Eisenbahnschienen.

Aufgestellt ..... den .....ten .....

Der .....

reau einzureichen.
deln.
men der Col. 20 und 30.
5 und 82.

I. Bes

III. Zusammenstellung der verschlissenen Schienen.

1	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Laufende Nr.	Nam-	e in			von den eingebauten Schienen wurden wieder ausgebaut in dem Jahre												Summa der ausgebauten Schienen bis zum Schluss des Jahres 18.. von Col. 31 bis Col. 42	Davon sind ausgebaut	
	Fabri-				18..	18..	18..	18..	18..	18..	18..	18..	18..	18..	18..	18..		innerhalb der übernommenen Garantiezeit von .. Jahren	ausserhalb der übernommenen Garantiezeit
					und zwar im														
					1ten	2ten	3ten	4ten	5ten	6ten	7ten	8ten	9ten	10ten	11ten	12ten			
					Jahre nach dem Einbauen														
					Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück

eobachteten Verschleifsarten.

VI. Schlufsresultate.

46	4	75	76	77	78	79	80	81	82	83
		Schienen zeigten								
			Schweifsfehler							
horizontals Strecken	bis 1	Ausbrüche und Druckflecken	Auflösung nach den Fasern	Horizontaltrennungen: Abblättern des Kopfes	Horizontaltrennungen: Abspringen des Kopfes	Vertikaltrennungen: Spaltungen in den Seitenbacken	Vertikaltrennungen: Spaltungen in der Mitte des Kopfes	Abspringen des Kopfes mit gleichmäfsigen Vertikalspalten.	Summa von Col. 66 bis Col. 81	Bemerkungen über die Güte der Lieferungen und Handskizzen über besonders interessante Verschleifsarten.
Stück	Stü	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	

Digitized by Google

Firma der Eisenbahn **Anlage C.**

Eisenbahnschienen.

_____ 18_____

ral-Büreaus.

Procentsummen der Col. 58, 68, 85.

I. Bezeichnung der Lieferanten und der Lieferun							III. Zusammenstellung der verschlissenen Schienen.												
1	2	3	4	5	6	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
Laufende Nr.	Namen der Fabrikanten und Fabrik-zeichen	Jahreszahl der Lieferung	Zeichnung des Packetes und nähere Bezeichnung des Materials	Nach der chemischen Analyse enthält der Gufsstahl: Silicium %	Phosphor %	Uebernommenes: Summa von Col. 24 bis Col. 32 Stück	Von den eingebauten Schienen wurden wieder ausgebaut im Jahre: 18..	18..	18..	18..	18..	18..	18..	18..	18..	18..	18..	18..	Summa der ausgebauten Schienen bis zum Schluss des Jahres 18.. von Col. 34 bis Col. 45 %
						Ja	und zwar im: 1ten Jahre nach dem Einbauen	2ten	3ten	4ten	5ten	6ten	7ten	8ten	9ten	10ten	11ten	12ten	
							%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	

		Ihleifarten.									VI. Schlufsresultate.
47	48	49	50	51	52	81	82	83	84	85	86
Davon sind ausgebaut: innerhalb der übernommenen Garantiezeit von .. Jahren %	Davon sind ausgebaut: aufserhalb der übernommenen Garantiezeit %	nach der Schweifsfehler: horizontale Strecken %	geneigten: bis 1/100 %	geneigten: von 1/100 bis 3/100 %	geneigten: von 3/100 bis 1/100 %	zontal-tungen: Abspringen des Kopfes %	Vertikal-spaltungen: der Seitenbacken %	Vertikal-spaltungen: der Mitte des Kopfes %	Abspringen des Kopfes mit gleichlaufenden Vertikalspaltungen %	Summa von Col. 69 bis Col. 84 %	Bemerkungen und Skizzen über besonders interessante Verschleifsarten.

Digitized by Google

Anlage D.

..... den Verwaltungen der deutschen Eisenbahnen gelieferten Schienen.

stik.

Berlin, ... den ..... ten .....

Der .....

reigeleisigen zu behandeln.
24 und 34.
59, 69 und 86.

I. B								III. Zusammenstellung der verschlissenen Schienen.													
1	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
Laufende Nr.	g auf die Curvenverhältnisse in Curven mit einem Radius							Summa von Col. 25 bis Col. 33	Von den eingebauten Schienen wurden wieder ausgebaut im Jahre 18..												Summa der ausgebauten Schienen bis zum Schluss des Jahres 18.. von Col. 35 bis Col. 46
	von 4000 m bis 3000 m	von 3000 m bis 2000 m	von 2000 m bis 1500 m	von 1500 m bis 1000 m	von 1000 m bis 500 m	mit kürzerem Radius als 500 m	in Weichen		und zwar im 1ten Jahre nach dem Einbauen	2ten	3ten	4ten	5ten	6ten	7ten	8ten	9ten	10ten	11ten	12ten	
	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	Stück	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

V. Zusammenstellung der beobachteten Verschleifsarten.														VI. Schlufsresultate.
74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86		87
Dav Die ausgebauten Schienen zeigten														
	Materialfehler					Schweifsfehler								
innerhbrüche über nen G zei...	Ausbrüche						Horizontal-spaltungen		Vertikal-spaltungen					Bemerkungen und Skizzen über besonders interessante Verschleifsarten.
Klinkungen	an anderen Stellen	an den Seiten-backen	an der Oberkante des Kopfes	kurze Druckflecken	Ausbrüche und Druckflecken	Auflösung nach den Fasern	Abblättern des Kopfes	Abspringen des Kopfes	an den Seiten-backen	in der Mitte des Kopfes	Abspringen des Kopfes mit gleichseitigen Vertikal-spaltungen	Summa von Col. 70 bis Col. 85		
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		

Digitized by Google

Den Fachgenossen stelle ich anheim, diese Punkte und die von mir gemachten Vorschläge einer näheren Prüfung zu unterziehen und die Discussion über dieselben zu eröffnen. Je mehr diese Fragen erörtert werden, desto mehr wird das Dunkel, welches diese Seite des Eisenbahnwesens zur Zeit noch umgiebt, gelichtet werden.

Hamm, im Sommer 1873.

Joh. Garcke.

Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

Verzeichnifs der im Preufsischen Staate angestellten Baubeamten.

(Anfang März 1874.)

I. Im Ressort des Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

Verwaltung der Eisenbahn-Angelegenheiten und des Land-, Wasser- und Chaussee-Bauwesens.

A. Bei Central-Behörden.

1) Beim Ministerium.

Hr. Weishaupt, Ober-Bau- und Ministerial-Director der Eisenbahn-Abtheilung.

a) Vortragende Räthe.

Hr. Dr. Hagen, Ober-Landes-Bau-Director.
- Nottebohm, Geheimer Ober-Baurath.
- Salzenberg, desgl.
- Wiebe, desgl.
- Grund, desgl.
- Schönfelder, desgl.
- Flaminius, desgl.
- Lüddecke, desgl.
- Herrmann, desgl.
- Gercke, desgl.
- Schwedler, J. W., desgl.
- Giersberg, Geheimer Baurath.
- Schneider, desgl.
- Baensch, desgl.
- Franz, desgl.
- Wex, desgl.
- Dieckhoff, desgl.

b) Im technischen Büreau der Abtheilung für die Eisenbahn-Angelegenheiten.

Hr. Quensell, Regierungs- und Baurath, Vorsteher des Büreaus.
- zur Nieden, Eisenbahn-Baumeister (verwaltet die 3. Bauinspector-Stelle.

c) Technische Hilfsarbeiter bei der Abtheilung für das Bauwesen.

Hr. Kümmritz, Baurath.
- Sonntag, desgl.
- Gaertner, desgl. (commissarisch).
- Franzius, Regierungs-Baurath.

d) Bei besonderen Bauausführungen.

Hr. Erbkam, Baurath, leitet den Bau der National-Galerie in Berlin.

2) Technische Bau-Deputation.

Hr. Dr. Hagen, Ober-Landes-Bau-Director, Vorsitzender (s. o. bei 1*a*).
- Eytelwein, Wirkl. Geheimer Ober-Finanzrath in Berlin.
- Hartwich, Wirkl. Geh. Ober-Regierungsrath a. D. in Berlin.
- Fleischinger, Geheimer Ober-Baurath (stellvertr. Vorsitzender) in Berlin.
- v. Quast, Geheimer Regierungsrath in Berlin.
- Strack, Ober-Hof-Baurath und Professor in Berlin.
- Hitzig, Geheimer Regierungsrath in Berlin.
- Drewitz, desgl. in Erfurt.
- Prange, desgl. in Arnsberg.
- Wiebe, Geheimer Ober-Baurath (s. o. bei 1*a*) in Berlin.
- Nottebohm, desgl. desgl. in Berlin.
- Salzenberg, Geh. Ober-Baurath (s. o. bei 1*a*) in Berlin.
- Weishaupt, Theodor, Ministerial-Director in Berlin (s. o. bei 1).
- Stein, Geheimer Regierungsrath a. D. in Stettin.
- Grund, Geheimer Ober-Baurath (s. o. bei 1*a*) in Berlin.
- Koch, Geh. Ober-Baurath a. D. (Ehrenmitglied) in Magdeburg.
- Schönfelder, Geh. Ober-Baurath (s. o. bei 1*a*) in Berlin.
- Herrmann, Geheimer Ober-Baurath desgl. daselbst.
- Siegert, Geh. Ober-Baurath a. D. (Ehrenmitglied) daselbst.
- Flaminius, Geheimer Ober-Baurath (s. o. bei 1*a*) daselbst.
- Lüddecke, desgl. desgl. daselbst.
- Gercke, desgl. desgl. daselbst.
- Schwedler, J. W., desgl. desgl. daselbst.
- Giersberg, Geheimer Baurath desgl. daselbst.
- Lucae, Baurath, Prof. u. Director d. Bau-Akademie daselbst.
- Kinel, Geheimer Baurath beim Reichskanzler-Amte daselbst.
- Schneider, desgl. (s. o. bei 1*a*) daselbst.
- Baensch, desgl. (s. o. bei 1*a*) daselbst.
- Franz, desgl. (s. o. bei 1*a*) daselbst.
- Wex, desgl. (s. o. bei 1*a*) daselbst.
- Dieckhoff, desgl. (s. o. bei 1*a*) daselbst.

B. Bei der Bau-Akademie in Berlin.

Hr. Lucae, Professor, Baurath, Director der Bau-Akademie.

Als Lehrer angestellt:

Hr. Boetticher, Professor.
- Strack, Ober-Hof-Baurath und Professor (s. o. bei 2).
- Adler, Professor und Baurath.
- Franzius, Regierungs-Baurath (s. o. bei 1*c*).
- Spielberg, Professor.
- Jacobsthal, Land-Baumeister, Professor.

Digitized by Google

C. Bei den Eisenbahn-Commissariaten.

Hr. Bensen, Regierungs- und Baurath in Berlin, (auch für Erfurt.)
- Plathner, desgl. in Berlin.
- Oberbeck, Baurath, technisches Mitglied in Berlin und zugleich technischer Commissarius zur speciellen Beaufsichtigung der Bauausführung einer Eisenbahn von Erfurt über Saalfeld nach Weischlitz nebst Zweigbahnen von Hettstedt nach Stadt Ilm und von Schwarza nach Königssee.
- Vogel, Regierungs- und Baurath, in Coblenz.
- Hardt, Baurath in Coblenz, unter Belassung der speciellen Beaufsichtigung der Bauausführung der Eisenbahnen von Dortmund nach Enschede, von Münster nach Enschede und von Lemförde nach Bergheim.
- Schwedler, Gustav Emil, Geheimer Regierungsrath, technischer Commissarius zur speciellen Beaufsichtigung der Bauausführung der Pommerschen Central-Eisenbahn und der preufsischen Strecke der Breslau-Warschauer Eisenbahn in Berlin.

Hr. Hoffmann, Geheimer Regierungsrath, Staats-Commissar für die Eisenbahnen in den Elbherzogthümern, in Altona.
- Giese, Eisenbahn-Bauinspector, technischer Commissarius zur speciellen Beaufsichtigung der Bauausführung der Marienburg-Mlawkaer Eisenbahn, in Bromberg (s. auch unter *D* 1).
- Reps, Ober-Betriebsinspector, technischer Commissarius zur speciellen Beaufsichtigung der Bauausführung der Oels-Gnesener, der Berlin-Dresdener und der Creuzburg-Posener Eisenbahn, in Berlin.
- Burghardt, Eisenbahnbau-Director, technischer Commissarius für den Bau der Hannover-Altenbekener Eisenbahn, in Hannover.

D. Bei den Königlichen Eisenbahn-Directionen.

1. Ostbahn.

Hr. Loeffler, Geheimer Regierungsrath, technisches Mitglied der Direction, z. Z. in Berlin (s. auch unter 12).
- Küll, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Bromberg.
- Schmeitzer, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Bromberg.
- Grillo, Baurath, commiss. technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Königsberg.
- Hildebrand, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Bromberg.
- Lademann, desgl. Vorsteher des betriebstechnischen Büreaus, in Bromberg.
- Magnus, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Landsberg a/W.
- Suche, Baurath, Eisenbahn-Bauinspector, in Tilsit.
- Rintelen, Eisenbahn-Bauinspector, commiss. Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Berlin.
- Giese, desgl. Vorsteher des Central-Bau-Büreaus (s. auch unter *C*), in Bromberg.
- Wollanke, desgl. Vorsteher des technischen Büreaus der Commission, in Bromberg.
- Heegewaldt, Eisenbahn-Betriebsinspector in Insterburg.
- Siecke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Thorn.
- Baumert, desgl. in Schneidemühl.
- Tasch, desgl. in Königsberg i/Pr.
- Porsch, desgl. in Bromberg.
- Wolff, desgl. in Dirschau.
- Clemens, desgl. in Danzig.
- Petersen, desgl. Vorsteher des technischen Büreaus der Commission, in Berlin.
- Pauly, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Berlin.
- van Nes, Eisenbahn-Bauinspector, verwaltet die Eisenbahn-Baumeister-Stelle in Dirschau.
- Nicolassen, Eisenbahn-Baumeister, in Berlin.
- Bachmann, Eisenbahn-Baumeister, verwaltet die Stelle des Vorstehers im technischen Büreau der Commission, in Königsberg i/Pr.
- Matthies, Eisenbahn-Baumeister, verwaltet die XI. Betriebs-Inspection, in Insterburg.
- Sperl, Eisenbahn-Baumeister, in Königsberg.
- Mappes, desgl. in Bromberg.
- Ballauff, desgl. z. Z. in Berlin (s. auch unter *D* 12).
- Michaelis, desgl. in Insterburg.
- Massalsky, desgl. in Memel.

2. Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn.

Hr. Schwabe, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Berlin.

Hr. Rock, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Berlin.
- N. N., Ober-Betriebsinspector, in Berlin.
- Priess, Baurath, Betriebsinspector in Görlitz.
- Ruchholz, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Breslau.
- Baedeker, desgl. in Hirschberg, z. Z. in Bromberg.
- Schulze, desgl. Stellvertreter des Ober-Betriebsinspectors, in Berlin.
- Scotti, Eisenbahn-Bauinspector, in Berlin.
- Büttner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Guben.
- von Geldern, desgl. in Berlin.
- Sendler, Eisenbahn-Baumeister bei der Verbindungsbahn, in Berlin.
- Grofsmann, Eisenbahn-Baumeister für die Abkürzungslinie Arnsdorf-Gassen, in Sorau.
- Balthasar, desgl. in Hirschberg.
- Neitzke, desgl. in Berlin.
- Haarbeck, desgl. in Berlin.

3. Westfälische Eisenbahn.

Hr. Bachmann, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Münster.
- Klose, Ober-Betriebsinspector, in Münster.
- Voss, Betriebs-Director, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Emden.
- Bramer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, technischer Hilfsarbeiter der Direction, in Münster.
- Garcke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Hamm.
- Disselhoff, Eisenbahn-Bauinspector, Vorsteher des technischen Central-Büreaus, in Münster.
- Müller, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Paderborn.
- Schmiedt, desgl. in Münster.
- Gründer, Bauinspector, Eisenbahn-Baumeister in Lingen.
- Westphalen, desgl. in Paderborn.
- Röhner, Eisenbahn-Baumeister, in Emden.

4. Eisenbahn-Direction in Elberfeld.

Hr. Plange, Geheimer Regierungsrath, technisches Mitglied der Direction, in Elberfeld.
- Brandhoff, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Elberfeld.
- Pichier, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Elberfeld.
- Dirksen, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Elberfeld.
- Buchholz, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission in Cassel.
- Rudolph, Baurath, technischer Hilfsarbeiter der Eisenbahn-Commission in Cassel.

Digitized by Google

Hr. Kricheldorff, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Düsseldorf.
- Mechelen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, commiss. technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Aachen.
- Janssen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, commiss. technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Essen.
- Schmitt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission, in Düsseldorf.
- Lex, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission, in Essen.
- Rupertus, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Aachen.
- von Gabain, desgl. in Arnsberg.
- Blumberg, desgl. in Düsseldorf.
- Dulk, desgl. (bei der Hessischen Nordbahn), in Cassel.
- Küster, desgl. in Elberfeld.
- Kahle, desgl. in Dortmund.
- Naumann, desgl. Vorsteher des betriebstechnischen Büreaus, in Elberfeld.
- Schroeder, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, commissarischer Ober-Betriebsinspector, in Elberfeld.
- Kottenhoff, Eisenbahn-Bau und Betriebsinspector in Düsseldorf.
- Reuter, desgl. in Elberfeld.
- Emmerich, desgl. in Elberfeld.
- Hassenkamp, desgl. Assistent und Vertreter des Ober-Betriebsinspectors, in Elberfeld.
- Siebert, Eisenbahn-Baumeister, bei der Hessischen Nordbahn, in Cassel.
- Bechtel, Eisenbahn-Baumeister, in Arnsberg.
- Fischbach, desgl. in Essen.
- Schultz, desgl. in Altena.
- Ehlert, desgl. in Aachen.
- Berendt, desgl. in Hattingen.
- Schmidts, desgl. in Elberfeld.
- Schepers, desgl. in Elberfeld.
- Müller, Louis, desgl. in Dortmund.
- Delmes, desgl. bei der Hessischen Nordbahn, in Cassel.
- Sattig, desgl. in Düsseldorf.
- Tobien, desgl. in Attendorn.
- Garcke, desgl. in Jülich.
- Koch, desgl. in M. Gladbach.
- Arndts, desgl. in Warburg.
- Eversheim, desgl. in Bochum.
- König, desgl. in Elberfeld.
- Awater, desgl. in Lennep.
- Masberg, desgl. in Marsberg.
- Siewert, desgl. bei der Hessischen Nordbahn, in Rotenburg.

5. Eisenbahn-Direction in Saarbrücken.

Hr. Früh, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Saarbrücken.
- Bormann, Ober-Betriebsinspector und Hilfsarbeiter bei der Direction, in Saarbrücken.
- Sebaldt, commiss. Ober-Betriebsinspector, in Saarbrücken.
- Zeh, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Creuznach.
- Bayer, desgl. in Trier.
- Vieregge, Eisenbahn-Bauinspector, Vorsteher des technischen Central-Büreaus, in Saarbrücken.
- de Nerée, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Saarbrücken.
- Dr. Mecklenburg, Eisenbahn-Baumeister in Creuznach.
- Naud, desgl. in St. Wendel.
- Schmidt, desgl. in Trier.
- Höbel, desgl. in Saarbrücken.
- Houselle, desgl. in Saarbrücken.
- Lengeling, desgl. in Cochem.

6. Oberschlesische Eisenbahn-Direction in Breslau.

Hr. Simon, Geheimer Regierungsrath, technisches Mitglied der Direction, in Breslau.
- Oberbeck, Eisenbahn-Director und technisches Mitglied für die Wilhelmsbahn, in Ratibor.
- Grotefend, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Breslau.
- Rampoldt, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Breslau.
- Urban, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied und Vorsitzender der Eisenbahn-Commission, in Kattowitz.
- Steegmann, Ober-Betriebsinspector, in Breslau.
- Luck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Poln. Lissa, z. Z. in Glogau.
- Rosenberg, Eisenbahn-Betriebsinspector in Beuthen O/Schl.
- Niemann, Baurath, Vorsteher des technischen Büreaus, in Breslau.
- Bender, Eisenbahn-Bauinspector, technischer Hilfsarbeiter der Direction, in Breslau.
- Stock, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Ratibor.
- Melchiors, desgl. in Breslau.
- Wenderoth, desgl. in Stargard i/Pom.
- Dieckmann, desgl. in Glogau.
- Müller, desgl. in Posen.
- Sellin, desgl. in Strehlen.
- Burkhard, desgl. in Breslau.
- Bauer, desgl. in Kattowitz.
- Kubale, desgl. in Gleiwitz.
- Abraham, desgl. in Inowraclaw.
- Darup, Eisenbahn-Baumeister in Breslau.
- Roth, desgl. in Gleiwitz.
- Schwedler, desgl. in Ratibor.
- Jungnickel, desgl. in Breslau.
- Monscheur, desgl. in Kattowitz.
- Westphal, desgl. in Habelschwerdt.
- Mentzel, desgl. in Kattowitz.
- Schaper, desgl. in Breslau.
- Ruland, desgl. in Glatz.
- Taeglichsbeck, desgl. in Mittelwalde.
- Usener, desgl. in Kattowitz.
- Neumann, desgl. in Neustadt.
- Theune, desgl. in Glogau.
- Viereck, desgl. in Kattowitz, z. Z. in Camenz.
- Krackow, desgl. in Stargard i/Pom.
- Büscher, desgl. in Glatz.

7. Eisenbahn-Direction zu Cassel (für die Bebra-Hanauer und Elm-Gemündener Eisenbahn).

Hr. Redlich, Regierungs- und Baurath, Vorsitzender, in Cassel.
- Behrend, desgl. technisches Mitglied, in Cassel.
- Lütteken, Eisenbahn-Bauinspector, commiss. Ober-Betriebsinspector, in Fulda.
- Lehwald, desgl. technischer Hilfsarbeiter der Direction, in Cassel.
- Schilling, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Fulda.
- Schmidt, desgl. in Hanau.
- George, Eisenbahn-Baumeister, commiss. Vorsteher des technischen Büreaus, in Cassel.
- Bücking, Eisenbahn-Baumeister, in Fulda.
- Knebel, desgl. in Bebra.
- Kalb, desgl. in Gemünden.
- Zimmermann, desgl. in Hanau.
- Eggert, desgl. in Frankfurt a/M.

8. Direction der Main-Weser-Bahn in Cassel.

Hr. Uthemann, Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Cassel.

Digitized by Google

Hr. Ruhl, Baurath, Ober-Betriebsinspector, in Cassel.
- Heyl, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Frankfurt a/M.
- Boettcher, desgl. in Cassel.
- Jahn, Eisenbahn-Bauinspector, Vorsteher des technischen Central-Büreaus, in Cassel.
- Otto, Eisenbahn-Baumeister in Cassel, z. Z. in Hirschberg.
- Hottenrott, desgl. in Frankfurt a/M.
- Taeger, desgl. in Cassel.

9. Eisenbahn-Direction in Hannover.

Hr. Durlach, Geheimer Regierungsrath, technisches Mitglied der Direction, in Hannover.
- Wiebe, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Hannover.
- Spielhagen, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Commission, in Bremen.
- Reitemeyer, Ober-Betriebsinspector, in Hannover.
- Crone, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector, Vorsteher des technischen Büreaus der Commission, in Cassel.
- Nahrath, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, commiss. technisches Mitglied der Commission, in Harburg.
- Hinüber, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Cassel.
- Beckmann, desgl. in Hannover.
- Koschel, desgl. Vorsteher des technischen Büreaus der Commission, in Hannover.
- Schulenburg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, ständiger Vertreter des Ober-Betriebsinspectors in Hannover.
- Scheuch, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorsteher des technischen Büreaus der Commission, in Bremen.
- Grüttefien, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorsteher des technischen Central-Büreaus in Hannover.
- von Sehlen, Eisenbahn-Bauinspector in Hannover.
- Dato, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Cassel.
- Dr. Ziehen, Eisenbahn-Bauinspector, commiss. Betriebsinspector, in Harburg.

Hr. Liegel, Eisenbahn-Bauinspector in Göttingen, } fungiren als Eisenbahn-Baumeister.
- Kettler, desgl. in Bremen, }
- Wagemann, Eisenbahn-Baumeister in Hannover.
- Knoche, desgl. in Hannover.
- Lange, desgl. in Osnabrück.
- Leuchtenberg, desgl. in Bremen.
- Güntzer, desgl. in Harburg.
- Ellenberger, desgl. in Uelzen.
- Eilert, desgl. in Nordhausen.
- Boisserée, desgl. in Hannover.
- Textor, desgl. in Osnabrück.

10. Eisenbahn-Direction zu Wiesbaden.

Hr. Hilf, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Wiesbaden.
- Usener, Eisenbahn-Bauinspector, in Wiesbaden.
- Wagner, Eisenbahn-Betriebsinspector, in Limburg.
- Gutmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Castel bei Mainz.
- Stratemeyer, desgl. in Wiesbaden.
- Velde, Eisenbahn-Baumeister in Wiesbaden.
- Merkel, desgl. in Limburg.
- Allmenroeder, desgl. in Rüdesheim.
- Altenloh, desgl. in Coblenz.

11. Direction der Main-Neckar-Bahn zu Darmstadt.

Hr. Bartels, Eisenbahn-Baumeister zu Frankfurt a/M.

12. Commission für den Bau der Bahn Berlin-Nordhausen, in Berlin.

Hr. Löffler, Geheimer Regierungsrath in Berlin (s. auch unter *D* 1).
- Ballauff, Eisenbahn-Baumeister, in Berlin, desgl.
- van den Bergh, desgl. in Barby.

E. Bei Provinzial-Verwaltungs-Behörden.

1. Regierung zu Königsberg in Pr.

Hr. Oppermann, Geheimer Regierungsrath in Königsberg.
- Herzbruch, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Hesse, desgl. daselbst.
- Bertram, Baurath, Bauinspector in Braunsberg.
- Steenke, desgl. Wasser-Bauinspector in Zölp bei Saalfeld.
- Lettgau, desgl. desgl. in Labiau (verwaltet die dortige Kreis-Baumeister-Stelle).
- Bleeck, desgl. Hafen-Bauinspector in Memel.
- Wiegand, Bauinspector in Königsberg.
- Schultz, Th., desgl. daselbst.
- Rotmann, desgl. in Ortelsburg.
- Wolff, Schlofs-Bauinspector in Königsberg.
- Natus, Hafen-Bauinspector in Pillau.
- Brown, Bauinspector in Osterode.
- Meyer, Kreis-Baumeister für den Baukreis Prökuls, in Memel.
- Jester, desgl. in Heilsberg.
- Kaske, desgl. in Rastenburg.
- le Blanc, desgl. in Gerdauen.
- Dannenberg, desgl. in Heiligenbeil.
- Saemann, desgl. in Bartenstein.
- Friedrich, desgl. in Pr. Holland.
- Steinbick, desgl. in Wehlau.
- Mohr, desgl. in Allenstein.
- Langbein, desgl. in Rösel.
- Schattauer, desgl. in Neidenburg.
- Siebert, desgl. in Pr. Eylau.

2. Regierung zu Gumbinnen.

Hr. von Zschock, Regierungs- und Baurath in Gumbinnen.
- Kuckuck, desgl. daselbst.
- Treuhaupt, Bauinspector in Gumbinnen.
- Schmarsow, desgl. in Lyk.
- Lorck, Wasser-Bauinspector in Kukerneese.
- Grun, Bauinspector in Stallupönen.
- Noering, desgl. in Tilsit.
- Siehr, desgl. in Insterburg.
- Schlichting, Wasser-Bauinspector in Tilsit.
- Zacher, Kreis-Baumeister in Marggrabowa.
- Gronwald, desgl in Goldapp.
- Thiele, desgl. in Lötzen.
- Kapitzke, desgl. in Ragnit.
- Cartellieri, desgl. in Johannisburg.
- Costede, desgl. in Pillkallen.
- Kischke, desgl. in Sensburg.
- Schlichting, desgl. in Heydekrug.
- Naumann, desgl. in Darkehmen.
- Ruttkowski, desgl. in Angerburg.
- N. N., Land-Baumeister in Gumbinnen.

3. Regierung zu Danzig.

Hr. Ehrhardt, Regierungs- und Baurath in Danzig.
- Alsen, desgl. daselbst.
- Klopsch, Baurath, Wasser-Bauinspector in Elbing.
- Degner, Wasser-Bauinspector in Danzig.
- Schwabe, Hafen-Bauinspector in Neufahrwasser.
- Nath, Bauinspector in Danzig.
- Dieckhoff, Wasser-Bauinspector in Marienburg.
- Fromm, Kreis-Baumeister in Neustadt.
- Passarge, desgl. in Elbing.
- Bachmann, desgl. in Pr. Stargard.
- Hunrath, desgl. in Berent.
- Schwalm, desgl. in Carthaus.
- Stiewe, Wasser-Baumeister in Rothebude bei Tiegenhof.

- Rodde, Wasser-Bauconduct. in Dirschau (diätar. beschäftigt).

Digitized by Google

4. Regierung zu Marienwerder.

Hr. Schmid, Geheimer Regierungsrath in Marienwerder.
- Kirchhoff, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Erdmann, Baurath, Wasser-Bauinspector daselbst.
- Rauter, desgl. Bauinspector in Graudenz.
- Kozlowski, Wasser-Bauinspector in Culm.
- Reichert, Bauinspector in Marienwerder.
- Ammon, Kreis-Baumeister in Schlochau.
- Schmundt, desgl. in Rosenberg.
- Kleifs, desgl. in Thorn.
- Nünneke, desgl. in Conitz.
- Elsasser, desgl. in Strafsburg.
- Barnick, desgl. in Schwetz.
- Luetken, Land-Baumeister in Marienwerder.
- Schönrock, Kreis-Baumeister in Dt. Crone.

5a. Ministerial-Bau-Commission.

Hr. Zeidler, Regierungs- u. Baurath, Mitdirigent
- Schrobitz, Baurath, Bauinspector
- Stüve, Bauinspector
- Weber, desgl.
- Emmerich, desgl.
- Tiede, desgl.
- Lorenz, desgl.
- von Ludwiger, desgl.
- Lanz, Baurath, Strafseninspector
- Frinken, Baurath, 1ter Land-Baumeister
- Coberg, Kreis-Baumeister
- Häger, 2ter Land-Baumeister

} zu Berlin.

5b. Polizei-Präsidium zu Berlin.

Hr. Wellmann, Regierungs- und Baurath
- Langerbeck, desgl.
- Warsow, Bauinspector
- Lefsbaft, desgl.
- Steinbrück, desgl.
- Hesse, desgl.
- Badstübner, desgl.
- Doubberck, desgl.
- Meienreis, desgl.
- von Stückradt, Land-Baumeister
- Krause, desgl.

} zu Berlin.

6. Regierung zu Potsdam.

Hr. Weishaupt, Regierungs- u. Baurath in Potsdam.
- Treplin, desgl. daselbst.
- Spieker, desgl. daselbst.
- von Rosainsky, Bauinspector in Perleberg.
- Blew, desgl. in Angermünde.
- Deutschmann, desgl. in Beeskow.
- Wohlbrück, Baurath, Wasser-Bauinspector in Grafenbrück.
- Vogler, Bauinspector in Charlottenburg.
- Geiseler, desgl. in Brandenburg a/H.
- Reinhardt, Wasser-Bauinspector in Thiergartenschleuse bei [Oranienburg.
- Krüger, Bauinspector in Berlin.
- Vogt, desgl. in Potsdam.
- Koppen, desgl. in Berlin.
- Wilberg, Wasser-Bauinspector in Lenzen.
- Germer, Bauinspector in Prenzlau.
- Blaurock, desgl. in Neu-Ruppin.
- Düsterhaupt, Kreis-Baumeister in Freienwalde a/O.
- Schuke, desgl. in Rathenow.
- Schlitte, desgl. in Nauen.
- Bohl, desgl. in Kyritz.
- Thon, desgl. in Jüterbog.
- Stengel, Wasser-Baumeister in Cöpnick.
- Gette, Land-Baumeister in Potsdam.
- N. N., Kreis-Baumeister in Templin.

7. Regierung zu Frankfurt a/O.

Hr. Schack, Regierungs- und Baurath in Frankfurt a/O.
- Voiges, desgl. daselbst.

Hr. von Morstein, Regierungs- und Baurath in Frankfurt a/O.
- Elsner, Bauinspector in Lübben.
- Lüdke, desgl. in Frankfurt.
- Benck, Wasser-Bauinspector in Crossen.
- Pollack, Bauinspector in Sorau.
- von Schon, desgl. in Friedeberg N.-M.
- Cochius, desgl. in Frankfurt.
- Eitner, desgl. in Landsberg a. d. W.
- Orban, Wasser-Bauinspector in Cüstrin.
- Keller, desgl. in Frankfurt.
- Ebel, Kreis-Baumeister in Züllichau.
- Frick, desgl. in Cottbus.
- Stavenhagen, desgl. in Königsberg N.-M.
- Giebe, desgl. in Zielenzig.
- Müller, desgl. in Arnswalde.
- Daemicke, desgl. in Cüstrin.
- Hacker, Land-Baumeister in Frankfurt.

8. Regierung zu Stettin.

Hr. Homann, Geheimer Regierungsrath in Stettin.
- Dresel, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Thömer, Bauinspector in Stettin.
- Benoit, desgl. in Swinemünde.
- Kunisch, desgl. in Demmin.
- Ulrich, Wasser-Bauinspector in Stettin.
- Freund, Bauinspector in Stargard.
- Bötel, desgl. in Pyritz.
- Fischer, Kreis-Baumeister in Naugard.
- Alberti, desgl. in Anclam.
- Brunner, desgl. in Cammin.
- Weizmann, desgl. in Greifenhagen.
- Endell, Land-Baumeister in Stettin.
- N. N., Kreis-Baumeister in Pasewalk.

9. Regierung zu Cöslin.

Hr. Hagen, Regierungs- und Baurath in Cöslin.
- Döbbel, desgl. daselbst.
- Schüler, Bauinspector in Cöslin.
- Fölsche, desgl. in Belgard.
- Soenderop, desgl. in Stolp.
- Weinreich, Wasser-Baumeister in Rügenwaldermünde.
- Kleefeld, Kreis-Baumeister in Neustettin.
- Ossent, desgl. in Bütow.
- Andres, desgl. in Schlawe.
- Funck, desgl. in Dramburg.
- Jäckel, desgl. in Lauenburg.
- N. N., Land-Baumeister in Cöslin.

10. Regierung zu Stralsund.

Hr. von Dömming, Geheimer Regierungsrath in Stralsund.
- Trübe, Baurath, Bauinspector daselbst.
- Bluth, Wasser-Bauinspector in Stralsund.
- Westphal, Kreis-Baumeister in Greifswald.
- Frölich, desgl. in Grimmen.
- Panse, Wasser-Baumeister in Stralsund.

11. Regierung zu Posen.

Hr. Koch, Regierungs- und Baurath in Posen.
- Haustein, desgl. daselbst.
- Kasel, Baurath, Bauinspector in Ostrowo.
- Schuster, Wasser-Bauinspector in Schrimm.
- Petersen, Bauinspector in Posen.
- Schönenberg, desgl. in Lissa.
- Helmcke, Kreis-Baumeister in Meseritz.
- Knechtel, desgl. in Wollstein.
- Klein, desgl. in Schroda.
- Rhese, desgl. in Kosten.
- Hoffmann, desgl. in Rawicz.
- Wolff, desgl. in Pleschen.
- Oltmann, desgl. in Rogasen.
- Schwartz, desgl. in Birnbaum.
- von Schäwen, desgl. in Krotoschin.

Digitized by Google

Hr. Habermann, Land-Baumeister in Posen.
- Mathy, Kreis-Baumeister in Kempen.
- Backe, desgl. in Wreschen.
- Hirt, desgl. in Samter.

12. Regierung zu Bromberg.

Hr. Muyschel, Regierungs- und Baurath in Bromberg.
- Meyer, desgl. daselbst.
- Koebke, Baurath, Bauinspector in Bialoaliwa (verwaltet die Kreis-Baumeister-Stelle in Wirsitz).
- Winchenbach, Bauinspector in Bromberg.
- Queisner, desgl. daselbst.
- Garbe, Wasser-Bauinspector daselbst.
- Herschenz, Bauinspector in Gnesen.
- Kischke, Kreis-Baumeister in Czarnikau.
- Striewki, desgl. in Mogilno.
- Reitsch, desgl. in Wongrowiec.
- Küntzel, desgl. in Inowraclaw.
- Bernhardt, Land-Baumeister in Bromberg.
- Bindewald, Kreis-Baumeister in Chodziesen.

13. Regierung zu Breslau.

Hr. Pohlmann, Regierungs- und Baurath in Breslau.
- Brennhausen, desgl. daselbst.
- Herr, desgl. daselbst.
- Blankenhorn, Baurath, Bauinspector in Brieg.
- Versen, Baurath, Wasser-Bauinspector in Steinau.
- Rosenow, Bauinspector in Breslau.
- Gandtner, desgl. in Schweidnitz.
- Baumgart, desgl. in Glatz.
- Stephany, desgl. in Reichenbach.
- Knorr, desgl. in Breslau.
- Cramer, Wasser-Bauinspector daselbst.
- von Damitz, Kreis-Baumeister in Frankenstein.
- Woas, desgl. in Trebnitz.
- Haupt, desgl. in Oels.
- Graeve, desgl. in Winzig.
- Promnitz, Land-Baumeister in Breslau.
- Hammer, Kreis-Baumeister in Altwasser.
- Reuter, desgl. in Strehlen.
- Barth, desgl. in Neumarkt.

14. Regierung zu Liegnitz.

Hr. Bergmann, Geh. Regierungsrath in Liegnitz.
- Kühne, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Wolff, Baurath, Bauinspector in Görlitz
- Lange, Wasser-Bauinspector in Glogau.
- Gericke, Bauinspector in Hirschberg.
- Rickert, desgl. in Glogau.
- Denninghoff, desgl. in Liegnitz.
- Fischer, desgl. daselbst.
- Pohl, Baurath, Kreis-Baumeister in Löwenberg.
- Kaupisch, Kreis-Baumeister in Lauban.
- Wronka, desgl. in Sagan.
- Schiller, desgl. in Bunzlau.
- Weinert, desgl. in Grünberg.
- Kappelhoff, desgl. in Landeshut.
- Starke, Land-Baumeister in Liegnitz.
- N. N., Kreis-Baumeister in Hoyerswerda.
- N. N., desgl. in Goldberg.

15. Regierung zu Oppeln.

Hr. Berring, Regierungs- und Baurath in Oppeln.
- Klein, desgl. daselbst.
- Linke, Baurath, Bauinspector in Ratibor.
- Afsmann, Bauinspector in Gleiwitz.
- Bader, Wasser-Bauinspector in Oppeln.
- Rösener, Bauinspector in Neifse.
- Bandow, desgl. in Oppeln.
- Hannig, Kreis-Baumeister in Beuthen.
- Weidner, desgl. in Rosenberg.

Hr. Müller, Kreis-Baumeister in Cosel.
- Friese, desgl. in Neustadt O/S.
- Sell, desgl. in Pleſs.
- Gummel, Land-Baumeister in Oppeln.
- N. N., Kreis-Baumeister in Neifse.
- N. N., desgl. in Rybnik.
- N. N., desgl. in Leobschütz.
- N. N., desgl. in Carlsruhe.
- N. N., desgl. in Tarnowitz.

16. Ober-Präsidium und Regierung zu Magdeburg.

Hr. Kozlowski, Elbstrom-Baudirector in Magdeburg.
- Siber, Wasser-Baumeister daselbst.

- Opel, Regierungs- und Baurath in Magdeburg.
- Döltz, desgl. daselbst.
- Pelizaeus, Baurath, Bauinspector in Halberstadt.
- Crüsemann, desgl. daselbst.
- Maafs, Wasser-Bauinspector in Magdeburg.
- Heyn, desgl. in Stendal.
- Ulrich, desgl. in Genthin.
- Fritze, Bauinspector in Magdeburg.
- Grofs, desgl. daselbst.
- Trending, Kreis-Baumeister in Neuhaldensleben.
- Marggraff, desgl. in Oschersleben.
- Wagenführ, desgl. in Salzwedel.
- Hefs, desgl. in Gardelegen.
- Schröder, desgl. in Stendal.
- Gerlhoff, desgl. in Osterburg.
- Costenoble, Land-Baumeister in Magdeburg.
- Fiebelkorn, Kreis-Baumeister in Schönebeck.
- Süfs, desgl. in Wanzleben.
- Franke, desgl. in Wolmirstedt.

17. Regierung zu Merseburg.

Hr. Sasse, Regierungs- und Baurath in Merseburg.
- Steinbeck, desgl. daselbst.
- Schulze, Bauinspector in Artern.
- Sommer, desgl. in Zeitz.
- Wernicke, desgl. in Torgau.
- Becker, desgl. in Herzberg.
- Werner, desgl. in Naumburg.
- Grote, Wasser-Bauinspector in Torgau.
- Danner, Bauinspector in Merseburg.
- De Rège, desgl. in Wittenberg.
- Kilburger, desgl. in Eisleben.
- Göbel, desgl. in Halle.
- Wolff, Kreis-Baumeister in Halle.
- Schmieder, desgl. in Sangerhausen.
- von Bannwarth, desgl. in Bitterfeld.
- Richrath, Land-Baumeister in Merseburg.
- Russell, Kreis-Baumeister in Delitzsch.
- Heidelberg, desgl. in Weifsenfels.

18. Regierung zu Erfurt.

Hr. Drewitz, Geheimer Regierungsrath in Erfurt (s. oben bei *A. 2*).
- Simon, Bauinspector in Mühlhausen.
- Lünzner, desgl. in Heiligenstadt.
- Schulze, desgl. in Nordhausen.
- Dittmar, desgl. in Erfurt.
- Wertens, Kreis-Baumeister in Schleusingen.
- Dittmar, desgl. in Weifsensee.
- Heller, desgl. in Worbis.
- Boeske, desgl. in Ranis.
- Ihne, Land-Baumeister in Erfurt.

19. Regierung zu Schleswig.

Hr. Jessen, Regierungs- und Baurath in Schleswig.
- Scheffer, desgl. daselbst.
- von Irminger, desgl. daselbst.
- Becker, desgl. daselbst.

Digitized by Google

Hr. Holm, Baurath, Bauinspector in Altona, für den Baukreis Stormarn und den Stadtkreis Altona.
- Nönchen, Bauinspector in Altona, für den Baukreis Pinneberg.
- Pülscher, Bauinspector in Glückstadt, f. d. Baukreis Steinberg.
- Bargum, Bauinspector in Schleswig.
- Mathiessen, desgl. in Husum.
- Edens, desgl. in Rendsburg, für den Schleswig-Holsteinschen Canal und die Stadt Rendsburg.
- Freund, Bauinspector in Kiel.
- Gätjens, desgl. in Itzehoe, für den Land-Baukreis Rendsburg.
- Fischer, desgl. in Hadersleben.
- Eckermann, desgl. in Heide, für den Baukreis Norder-Dithmarschen.
- Heydorn, Kreis-Baumeister in Neustadt, für den Kreis Oldenburg mit Fehmarn.
- Kröhnke, Kreis-Baumeister in Brunsbüttel, für den Baukreis Süder-Dithmarschen.
- Thordsen, Kreis-Baumeister in Flensburg.
- Treede, desgl. in Tondern.
- Greve, desgl. in Segeberg.
- Vofs, desgl. in Plön.
- von Wickede, desgl. in Tönning für den Baukreis Eiderstedt.
- Köhler, Land-Baumeister in Schleswig.
- Jensen, Kreis-Baumeister in Sonderburg, für den Baukreis Sonderburg-Apenrade.

20. Landdrostei Hannover und Finanz-Direction daselbst.

Hr. Hunaeus, Regierungs- u. Baurath b. d. Landdrostei in Hannover.
- Buhse, desgl. b. d. Finanz-Direction daselbst.
- Albrecht, desgl. bei der Landdrostei daselbst.
- Fischer, Land-Baumeister b. d. Finanz-Direction daselbst.
- Pape, Bauinspector in Hannover.
- Meyer, desgl. in Hameln.
- Hoffmann, desgl. in Nienburg.
- Steffen, desgl. in Hannover.
- Bansen, desgl. in Hannover,
- Heye, desgl. in Hoya,
- Helms, desgl. in Diepholz,
- Rhion, Baurath in Nienburg,
- Habbe, Kreis-Baumeister in Syke.

} in Kreis-Baumeister-Stellen.

- Roese, Weg-Bauinspector in Diepholz.

21. Landdrostei Hildesheim.

Hr. Mittelbach, Geheimer Regierungsrath in Hildesheim.
- Kranz, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Cramer, Bauinspector in Zellerfeld.
- Rumpf, desgl. in Einbeck.
- Beckmann, Baurath, Bauinspector in Göttingen.
- Prael, Bauinspector in Hildesheim.
- Peters, Baurath in Northeim,
- Rettberg, Bauinspect. in Hildesheim,
- Thieler, desgl. in Herzberg,
- Domeier, desgl. in Göttingen,
- Meyer, Jacob, desgl. in Alfeld,
- Schulze, desgl. in Goslar,
- Freye, Kreis-Baumeister in Hildesheim.

} in Kreis-Baumeister-Stellen.

- Wichmann, Bauinspector in Goslar, in künftig wegf. Stelle.

22. Landdrostei Lüneburg.

Hr. Höbel, Regierungs- und Baurath in Lüneburg.
- Heithaus, desgl. daselbst.
- Loges, Wasser-Bauinspector in Harburg.
- Brünnecke, Bauinspector in Lüneburg.
- Siegener, desgl. in Harburg.
- Katz, Wasser-Bauinspector in Bleckede.
- Evers, desgl. in Lüneburg.

Hr. Gländer, Bauinspector in Hitzacker, für den Baukreis Dannenberg.
- Fenkhausen, Bauinspector in Celle,
- Höbel, desgl. in Uelzen,
- Hartmann, desgl. in Walsrode,
- Schorn, desgl. in Burgdorf.
- Röbbelen, desgl. in Gifhorn.
- N. N., desgl. in Soltau.

} in Kreis-Baumeister-Stellen.

23. Landdrostei Stade.

Hr. Lüttich, Regierungs- und Baurath in Stade.
- Pampel, desgl. daselbst.
- Koken, Bauinspector daselbst.
- Dincklage, Baurath in Geestemünde, für den Wasser-Baukreis Lehe II.
- Süfsmann, Bauinspector in Geestemünde, für den Baukreis Lehe I.
- Schaaf, Wasser-Bauinspector in Stade.
- Valett, Bauinspector in Neuhaus a. d. O.
- von Horn, desgl. in Buxtehude, für den Baukreis Jork,
- Schwägermann, desgl. in Rotenburg,
- Tolle, H.W., desgl. in Grohn, für den Baukreis Blumenthal,
- Bertram, desgl. in Verden,

} in Kreis-Baumeister-Stellen.

- Höbel, Kreis-Baumeister in Geestemünde.
- Wagner, Baurath in Verden, in einer künftig wegfallenden Stelle.

- Runde, Baurath, z. Z. in Geestemünde (im Ressort des Marine-Ministeriums beschäftigt).

---

24. Landdrostei Osnabrück.

Hr. Grahn, Regierungs- und Baurath in Osnabrück.
- Wellenkamp, Baurath, Bauinspector daselbst.
- Oppermann, Wasser-Bauinspector in Meppen.
- Luttermann, Baurath in Koppelschleuse bei Meppen.
- Richter, Bauinspector in Hanekenfähr für den Baukreis Lingen.
- Meyer, Herm. Joh. A., Bauinspector in Lingen für den Baukreis Bentheim.
- Haspelmath, Bauinspector in Quakenbrück, für den Baukreis Bersenbrück.
- Reifsner, Land-Baumeister in Osnabrück.
- Pampel, Kreis-Baumeister in Melle.
- Wolff, desgl. in Meppen, für den Baukreis Papenburg.

} in Kreis-Baumeister-Stellen.

- Gerig, Weg-Bauinspector in Osnabrück, in künftig wegfallender Stelle.

25. Landdrostei Aurich.

Hr. Müller, Regierungs- und Baurath in Aurich.
- Weniger, Weg-Bauinspector daselbst.
- Claudius, Wasser-Bauinspector in Leer.
- Schramme, desgl. in Emden.
- Tolle, Adolf, desgl. in Norden.
- Taaks, Dr., Bauinspector in Esens, in einer Kreis-Baumeister-Stelle.
- Osterlinck, Kreis-Baumeister in Leer.
- van der Plaasen, desgl. in Aurich.
- Mensch, Land-Baumeister daselbst.

26. Regierung zu Münster.

Hr. Engelhard, Geheimer Regierungsrath in Münster.
- Plate, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Borggreve, Baurath, Bauinspector in Hamm.
- Hauptner, desgl. desgl. in Münster.
- Baltzer, Bauinspector in Recklinghausen.
- Frhr. von der Goltz, Kreis-Baumeister in Steinfurt.
- Held, desgl. in Coesfeld.

Digitized by Google

Hr. Lichnock, Kreis-Baumeister in Rheine.
- Quantz, desgl. in Münster.

27. Regierung zu Minden.

Hr. Keller, Regierungs- und Baurath in Minden.
- Holdberg, desgl. daselbst.
- Winterstein, Bauinspector in Höxter.
- Pietsch, desgl. in Minden.
- Cramer, desgl. in Bielefeld.
- von Gropp, Kreis-Baumeister in Warburg.
- Jäger, desgl. in Büren.
- Berghauer, desgl. in Paderborn.
- Harhausen, desgl. in Herford.

28. Regierung zu Arnsberg.

Hr. Prange, Geheimer Regierungsrath in Arnsberg (s. o. bei A 2).
- Schumann, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Uhlmann, Bauinspector in Soest.
- Haege, desgl. in Siegen.
- Haarmann, desgl. in Bochum.
- Hartmann, desgl. in Arnsberg.
- Westphal, desgl. in Hagen.
- Staudinger, Kreis-Baumeister in Olpe.
- Westermann, Baurath, Kreis-Baumeister in Meschede.
- Mottau, Kreis-Baumeister in Iserlohn.
- Trainer, desgl. in Berleburg.
- Genzmer, desgl. in Dortmund.
- Hammacher, desgl. in Hamm.
- Niedieck, desgl. in Lippstadt.
- Holle, desgl. in Brilon.
- Scheele, desgl. in Altena.
- Köhler, Land-Baumeister in Arnsberg.

29. Regierung zu Cassel.

Hr. Afsmann, Regierungs- und Baurath in Cassel.
- Landgrebe, desgl. daselbst.
- Lange, desgl. daselbst.

- Breithaupt, Baurath in Cassel.
- Schulz, desgl. in Fulda. } überzählig.
- Müller, desgl. in Cassel.

- Blankenhorn, Bauinspector in Cassel, für den Landkreis.
- Hermann, Baurath, Wasser-Bauinspector in Hanau.
- Regenbogen, desgl. Bauinspector in Marburg.
- Arend, Carl, Bauinspector in Eschwege.
- Heyken, Wasser-Bauinspector in Cassel.
- Griesel, Bauinspector in Gersfeld.
- Källmann, Wasser-Bauinspector in Rinteln.
- Wagner, Ludwig, Bauinspector in Witzenhausen.
- Cäsar, desgl. in Cassel, für den Stadtkreis.
- Hoffmann, desgl. in Fulda.
- Wagner, Herm., desgl. in Hanau.
- Arend, Wilh., desgl. in Hofgeismar.
- Böckel, Bauinspector, Hülfsarbeiter bei der Regierung in Cassel.
- Koppen, O. G., Kreis-Baumeister in Rinteln.
- Schulz, Wilh., desgl. in Hünfeld.
- Eggena, desgl. in Schmalkalden.
- Maurer, desgl. in Schlüchtern.
- Reufse, desgl. in Wolfhagen.
- Koppen, Julius, desgl. in Ziegenhain.
- Rock, desgl. in Homberg.
- Spangenberg, desgl. in Gelnhausen.
- Gombert, desgl. in Fritzlar.
- Arnold, desgl. in Rotenburg.
- Knipping, desgl. in Kirchhain.
- Berner, desgl. in Frankenberg.
- Engelhard, desgl. in Gersfeld.
- Difsmann, desgl. in Melsungen.
- Röhnisch, desgl. in Cassel.

Hr. Ehrhardt, Bau-Commissar in Cassel.
- Buck, desgl. Tit.-Bauinspector in Rotenburg.
- Eckhard, Bau-Commissar in Ziegenhain.
- Schubarth, desgl. in Frankenberg.
- Koppen, desgl. in Fulda (z. Z. in Tarnowitz).

30. Regierung zu Wiesbaden.

Hr. Cremer, Regierungs- und Baurath in Wiesbaden.
- Cuno, desgl. daselbst.
- Preufser, Ernst, Wasser-Bauinspector in Biebrich.
- Wolff, Rud., Bauinspector in Limburg.
- Schnitzler, desgl. in Rüdesheim.
- Pavelt, desgl. in Frankfurt a. M.
- Esser, desgl. für den Stadtkreis Wiesbaden.
- Bertram, desgl. daselbst für den Landkreis.
- Eckhardt, desgl. in Frankfurt a/M. in der Wasser-Baumeister-Stelle.
- Esau, desgl. in Hachenburg (für den Ober-Westerwald-Kreis).
- Baldus, desgl. in Diez, für den Wasserbau.
- Thomae, desgl. in Homburg für den Ober-Taunus-Kreis,
- Fresenius, Kreis-Baumeister in Weilburg.
- Schüler, Bauinspector, Kreis-Baumeister in Montabaur.
- N. N., Kreis-Baumeister in Dillenburg (f. d. Dill-Kreis).
- N. N., desgl. in Schwalbach (f. d. Unter-Taunus-Kreis),
- N. N., desgl. in Biedenkopf.
- Grau, Land-Baumeister in Wiesbaden.
- Westerfeld, Bauinspector in Homburg,
- Moritz, desgl. in Wiesbaden, } in künftig
- Preufser, Heinr., desgl. in Dillenburg, } wegfallenden
- Cramer, desgl. in Hachenburg, } Stellen.
- Petsch, Bau-Accessist in Diez.

31. Ober-Präsidium und Regierung zu Coblenz.

Hr. Nobiling, Geh. Regierungsrath, Rheinstrom-Baudirector in Coblenz.
- N. N., Reg. u. Baurath, Rheinschifffahrts-Inspector daselbst.
- Kluge, Wasser-Baumeister daselbst.
- Cremer, Regierungs- und Baurath in Coblenz.
- Conradi, Baurath, Bauinspector in Creuznach.
- Hipp, Wasser-Bauinspector in Ehrenbreitstein.
- Cuno, Carl, Bauinspector in Coblenz.
- Möller, Kreis-Baumeister in Neuwied.
- Schmid, Wasser-Baumeister in Cochem.
- Scheepers, Kreis-Baumeister in Wetzlar.
- Legiehn, desgl. in Simmern.
- Zweck, desgl. in Mayen.
- Cuno, Herm., desgl. in Remagen.
- Reinckens, desgl. in Kirchen.
- Bormann, Land-Baumeister in Coblenz.
- von Nehus, Kreis-Baumeister in Zell.

32. Regierung zu Düsseldorf.

Hr. Borggreve, Regierungs- und Baurath in Düsseldorf.
- Lieber, desgl. daselbst.
- Heuse, Baurath, Bauinspector in Elberfeld.
- Hild, Baurath, Wasser-Bauinspector in Düsseldorf.
- Schroers, desgl., Bauinspector daselbst.
- Schulze, Bauinspector in Essen.
- Hartmann, Wasser-Bauinspector in Wesel.
- Genth, desgl. in Ruhrort.
- Guinbert, Bauinspector in Düsseldorf.
- N. N., Bauinspector in Crefeld; der dazu ernannte Bauinspector Neumann fungirt noch in Bonn, die Stelle in Crefeld verwaltet der Land-Baumeister Schmitz, früher in Arnsberg.
- Lange, Friedr. Wilh., Kreis-Baumeister in Gladbach.
- Engelhardt, desgl. in Cleve.
- Baumgarten, desgl. in Neufs.
- Mertens, desgl. in Wesel.

Digitized by Google

Hr. Radhoff, Kreis-Baumeister in Geldern.
- Bruns, Land-Baumeister in Düsseldorf.
- Wagner, Kreis-Baumeister in Lennep.
- Möller, desgl. in Solingen.

33. Regierung zu Cöln.

Hr. Gottgetreu, Regierungs- und Baurath in Cöln.
- Michaelis, Wasser-Bauinspector daselbst.
- Litterscheid, Bauinspector in Euskirchen.
- Böttcher, desgl. in Cöln.
- van den Bruck, Kreis-Baumeister in Deutz.
- Eschweiler, desgl. in Siegburg.
- N. N., desgl. in Bonn, verwaltet noch der Bauinspector Neumann.
- Müller, Kreis-Baumeister in Gummersbach.
- Hunaeus, desgl. in Waldbroel.
- Borchers, desgl. in Cöln.
- Brauweiler, Land-Baumeister in Cöln.

34. Regierung zu Trier.

Hr. Giese, Regierungs- und Baurath in Trier.
- Seyffarth, desgl. daselbst.
- Geifsler, Bauinspector daselbst.
- Sachse, desgl. in Wittlich.
- Schönbrod, desgl. in Saarbrücken.

Hr. Ritter, Kreis-Baumeister in Trier.
- Köppe, desgl. in Mersig.
- Gersdorf, desgl. in St. Wendel.
- Freudenberg, desgl. in Mülheim a. d. Mosel.
- Krone, desgl. in Bitburg.
- Helbig-Land-Baumeister in Trier.
- Soff, Kreis-Baumeister in Prüm.

35. Regierung zu Aachen.

Hr. Krafft, Regierungs- und Baurath in Aachen.
- Kruse, desgl. daselbst.
- Baeseler, Bauinspector in Heinsberg.
- Dieckhoff, Baurath, Bauinspector in Aachen.
- Nachtigall, Kreis-Baumeister in Düren.
- Koppen, desgl. in Eupen.
- Macquet, desgl. in St. Vith.
- Schütte, desgl. in Schleiden.
- Mergard, desgl. in Aachen.
- Friling, desgl. in Jülich.

36. Regierung zu Sigmaringen.

Hr. Laur, Regierungs- und Baurath in Sigmaringen.
- Zobel, Bauinspector in Hechingen (verwaltet die dortige Kreis-Baumeister-Stelle).

Beurlaubt sind:

Hr. Wiebe, Regierungs- und Baurath, zuletzt in Frankfurt a/O.
- Gebauer, Wasser-Bauinspector, in Berlin.
- Ruhnau, Kreis-Baumeister zu Neuhof bei Ueckermünde.
- Wendt, Kreis-Baumeister in Carthaus.
- Beckering, Wasserbau-Conducteur bei den Hafenbauten an der Kieler Bucht.

Hr. Siepmann, Bauinspector, zuletzt in Kiel.
- Göbbels, Land-Baumeister aus Erfurt, z. Z. in Constantinopel.
- Holler, Bau-Assistent in Homburg.
- Dempwolff, Wasser-Baumeister in Wilhelmshaven.

Verwaltung für Berg-, Hütten- und Salinenwesen.

Hr. N. N., Geheimer Ober-Bergrath in Berlin.
- Kind, Ober-Berg- und Baurath in Berlin.

Hr. Flügel, Bauinspector, für einen Theil des Ober-Bergamts-Districts Breslau, in Gleiwitzerhütte.
- Schwarz, Bauinspector, für einen Theil des Ober-Bergamts-Districts Halle, in Schönbeck bei Magdeburg.
- Neufang, Bauinspector im Ober-Bergamts-Districte Bonn, in Saarbrücken.

Hr. Dr. Langsdorf, Bauinspector im Ober-Bergamts-Districte Clausthal, in Clausthal.
- Dumreicher, Königl. Bauinspector im Ober-Bergamts-Districte Bonn, in Saarbrücken.
- Buchmann, Bauinspector bei der Berginspection Zabrze, in Gleiwitz.
- Oesterreich, Königl. Baumeister, für einen Theil des Ober-Bergamts-Districts Halle in Dürrenberg.

Verwaltung für Handel und Gewerbe.

1) Bei der technischen Deputation für Gewerbe.

Hr. Nottebohm, Geheimer Ober-Baurath (s. oben bei *A.* 1).

2) Bei der Gewerbe-Akademie.

Hr. Lohde, Professor.
- Tuckermann, Land-Baumeister, ordentl. Lehrer.

3) Bei der Rheinisch-Westfälischen polytechnischen Schule in Aachen.

Hr. van Kaven, Baurath und Director.
- Dr. Heinzerling, Baurath und Professor.

4) Bei der polytechnischen Schule in Hannover.

Hr. Dr. Karmarsch, Geheimer Regierungsrath, Professor und Director.
- Hase, Baurath,
- Debo, desgl.
- Köhler, desgl.
- Launhardt, Bauconducteur u. Professor,

} Lehrer.

5) Bei der Porzellan-Manufactur in Berlin.

Hr. Möller, Geheimer Regierungsrath, Director.

II. Im Ressort anderer Ministerien und Behörden.

1. Beim Hofstaate Sr. Majestät des Kaisers u. Königs, beim Hofmarschallamte, beim Ministerium des Königlichen Hauses u. s. w.

Hr. Hesse, Geheimer Ober-Hof-Baurath in Berlin,
- Strack, Ober-Hof-Baurath und Professor in Berlin,

} Baumeister für die Königl. Schloſs- und Gartengebäude (s. oben bei *A.* 2).

Hr. Gottgetreu, Hof-Baurath in Potsdam, bei der Königlichen Garten-Intendantur.
- Persius, Hof-Baumeister in Potsdam.

Hr. Pasewaldt, Hofkammer- und Baurath bei der Hofkammer der Königlichen Familiengüter, in Berlin.
- Niermann, Königl. Hausfideicommiss-Bauinspector in Berlin.

Digitized by Google

2. Beim Finanz-Ministerium und im Ressort desselben.

Hr. Eytelwein, Wirklicher Geheimer Ober-Finanzrath in Berlin (s. oben bei *A*.2).
- Cornelius, Bauinspector, technischer Hülfsarbeiter beim Finanz-Ministerium in Berlin.
- Busse, Carl, Baumeister, Stellvertreter und Assistent des Directors der Staatsdruckerei in Berlin.

Hr. von Dehn-Rotfelser, Baurath und Professor in Cassel, beauftragt mit den Geschäften der Königlichen Schlofs-Baudirection daselbst.
- Knyrim, Hof-Bauinspector zu Wilhelmshöhe.
- Sallmann, Schlofs-Bauconducteur in Cassel, commissarisch mit der Land-Baumeister-Stelle beim Bezirks-Präsidium zu Colmar beauftragt.
- Skrodzki, Wasser-Baumeister für die Meliorations-Anlagen an der Brahe etc., in Czersk.

---

3. Beim Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten und im Ressort desselben.

Hr. von Quast, Geheimer Regierungsrath, Conservator der Kunstdenkmäler, in Berlin (s. oben bei *A*.2).
- von Dehn-Rotfelser, Baurath und Professor in Cassel und Lehrer an der Akademie der bildenden Künste daselbst (s. bei II.2).
- Voigtel, Regierungs- u. Baurath in Cöln, leitet den Dombau daselbst.

Hr. Bode, Bauinspector } in Hannover, für die Kloster-Ver-
- Leopold, desgl. } waltung.
- Kühn, Land-Baumeister und Hausinspector der Königl. Museen in Berlin.
- Müller, Baumeister und Lehrer an der staats- und landwirthschaftlichen Akademie in Eldena.

---

4. Im Ressort des Ministeriums des Innern.

Hr. Scabell, Geheimer Regierungsrath, Branddirector in Berlin.

---

5. Im Ressort des Ministeriums für die landwirthschaftlichen Angelegenheiten.

Hr. Wurffbain, Geh. Regierungsrath in Arnstadt bei Erfurt,
- Röder, Baurath in Berlin.
- Michaelis, Baurath in Münster.
- Schulemann, Wasser-Bauinspector in Bromberg,
- Schmidt, desgl. in Düsseldorf,
- Rose, desgl. in Breslau,
- Hefs, desgl. in Hannover,
- Krah, desgl. in Königsberg i. Pr.,
- Schönwald, desgl. in Cöslin,
- Pralle, desgl. in Kiel.

} Landes-Meliorations-Bauinspectoren.

- Schmidt, Wasser-Baumeister und commiss. Landes-Meliorations-Bauinspector für die Provinz Hessen-Nassau, in Cassel.
- N. N., Wasser-Baumeister in Zossen.

III. Im Ressort der Reichs-Verwaltung.

1. Beim Preufsischen Kriegs-Ministerium und im Ressort desselben.

Hr. Fleischinger, Geheimer Ober-Baurath in Berlin (s. oben bei *A*.2).
- Steuer, Bauinspector, Inhaber der ersten Baubeamten-Stelle für das Garnison-Bauwesen in Berlin.
- Voigtel, Bauinspector, Assistent des Ministerial-Baurathe im Kriegs-Ministerium, in Berlin.
- Beyer, Bauinspector für die militairisch-technischen Institute, in Spandau.
- Herzberg, Land-Baumeister, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Neifse.
- Hauptmann, Land-Baumeister für das Garnison-Bauwesen in Potsdam.
- Goedeking, Land-Baumeister, Inhaber der zweiten Baubeamten-Stelle für die Militair-Bauten in Berlin.
- Hauck, Land-Baumeister für das Garnison-Bauwesen, in Cöln.
- Schuster, Land-Baumeister, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Hannover.
- Goldmann, Landbaumeister, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Coblenz.
- Devin, Land-Baumeister, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Carlsruhe.
- Bobrik, Land-Baumeister, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Danzig.
- Heimerdinger, Land-Baumeister, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Breslau.
- Steinberg, Land-Baumeister, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Magdeburg.

2. Bei dem Marine-Ministerium.

Hr. Buchholz, Wirklicher Admiralitätsrath in Berlin.
- Martiny, Marine-Hafen-Baudirector in Kiel.
- Wagner, desgl. in Wilhelmshaven.
- König, Admiralitätsrath in Berlin.
- Vogeler, Marine-Ober-Ingenieur in Wilhelmshaven.
- Schirmacher, desgl. daselbst.
- Rechtern, Marine-Hafenbau-Ober-Ingenieur in Kiel.

3. Bei dem General-Postamte zu Berlin.

Hr. Schwatlo, Regierungs- und Baurath in Berlin.

4. Bei der General-Telegraphen-Direction.

Hr. Elsasser, Geheimer Ober-Regierungsrath und vortragender Rath in Berlin.
- Rochlitz, Telegraphen-Directionsrath in Hannover.

Beschlüsse der vom 29. October bis 1. November 1873 stattgehabten Conferenz behufs Berathung der zur Erhöhung der Sicherheit im Eisenbahnbetriebe zu ergreifenden Maafsnahmen.

Berlin, den 29. October 1873.

Unter dem Vorsitz des Ober-Bau- und Ministerial-Directors Weishaupt traten heute in dem Vereinslokale des hiesigen Architekten-Vereins in Folge einer von dem Herrn Handels-Minister ergangenen Aufforderung die nachstehend Genannten behufs Berathung der zur Erhöhung der Sicherheit im Eisenbahnbetriebe zu ergreifenden Maafsnahmen zusammen.

Digitized by Google

1. Regierungs- und Baurath Schmeitzer (Ostbahn),
2. Ober-Maschinenmeister Gräf (desgl.),
3. Regierungs- und Baurath Schwabe (Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn),
4. Maschinenmeister Werchan (desgl.),
5. Regierungs- und Baurath Wiebe (Hannoversche Staatsbahn),
6. Ober-Maschinenmeister Schäffer (desgl.),
7. Baurath Behrend (Bebra-Hanauer Eisenbahn),
8. Ober-Betriebsinspector Bormann (Saarbrücker Eisenbahn),
9. Ober-Maschinenmeister Finkbein (desgl.),
10. Regierungs- und Baurath Grotefend (Oberschlesische Eisenbahn),
11. Ober-Maschinenmeister Grimmer (desgl.),
12. Regierungs- und Baurath Brandhoff (Bergisch-Märkische Eisenbahn),
13. Ober-Maschinenmeister Stambke (desgl.),
14. Baurath Magunna (Berlin-Stettiner Eisenbahn),
15. Ober-Maschinenmeister Kretschmar (desgl.),
16. Baurath Quassowski (Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn),
17. Ober-Maschinenmeister Turner (desgl.),
18. Geheimer Ober-Baurath a. D. Siegert (Berlin-Anhalter Eisenbahn),
19. Regierungs- und Baurath a. D. Jaedicke (desgl.),
20. Regierungs- und Baurath a. D. Lent (Magdeburg-Halberstädter Eisenbahn),
21. Bau-Director Stute (desgl.),
22. Geheimer Ober-Baurath a. D. Koch (Magdeburg-Leipziger Eisenbahn),
23. Ober-Maschinenmeister Lange (desgl.),
24. Regierungs- und Baurath a. D. Umpfenbach (Thüringische Eisenbahn),
25. Ober-Maschinenmeister Lochner (desgl.),
26. Ober-Ingenieur Rumschöttel (Rheinische Eisenbahn),
27. Geheimer Regierungsrath Lohse (Cöln-Mindener Eisenbahn),
28. Ober-Maschinenmeister Pohlmeyer (desgl.),
29. Director Tollkampf (Altona-Kieler Eisenbahn),
30. Maschinenmeister Nollau (desgl.),
31. Regierungs- und Baurath a. D. Winterstein (Rechte-Oder-Ufer Eisenbahn),
32. Ober-Maschinenmeister Kuppisch (desgl.),
33. Regierungs- und Baurath Bensen (Eisenbahn-Commissariat Berlin),
34. Regierungs- und Baurath Vogel (desgl. Coblenz),
35. Regierungsrath Streckert (Reichs-Eisenbahnamt),
36. Baurath Bieler (desgl.),
37. Geheimer Commerzienrath Borsig (Berlin),
38. Commerzienrath Schwartzkopff (Berlin),
39. Director Wöhler (Berlin),
40. Geheimer Ober-Baurath Schwedler (Handels-Ministerium),
41. Geheimer Baurath Schneider (desgl.),
42. - - Franz (desgl.),
43. - - Wex (desgl.),
44. Regierungs- und Baurath Dieckhoff (desgl.),
45. Regierungs- und Baurath Quensell (technisches Eisenbahnbüreau des Handelsministeriums),
46. Eisenbahn-Bauinspector Oberbeck, welchem das Schriftführeramt übertragen war, (desgl.),
47. Eisenbahn-Bauinspector Ruttkowski (desgl.),
48. Eisenbahn-Baumeister Dr. zur Nieden (desgl.),
49. Baumeister Sarrazin (desgl.).

Der Vorsitzende begrüfste die Versammlung im Namen des Herrn Handelsministers, der von dem lebhaftesten Interesse für den hochwichtigen Gegenstand beseelt sei, welcher die Versammlung beschäftigen werde, zu seinem Bedauern jedoch nicht persönlich an der Conferenz Theil nehmen könne. Derselbe knüpfte hieran den Wunsch, dafs die Berathungen von dem besten Erfolg gekrönt sein möchten, und wies demnächst darauf hin, wie in Folge der Nachwirkungen des 1870—71er Krieges, der raschen Erweiterung des Eisenbahnnetzes und der zum Theil über das Maafs der disponiblen Kräfte wie der Leistungsfähigkeit des Betriebsmaterials und der Bahnanlagen gegenüber den Anforderungen eines bei der Blüthe von Handel und Wandel über alle Voraussicht gesteigerten Verkehrs eine Reihe von Unzuträglichkeiten und namentlich auch Unfällen im Betriebe der Eisenbahnen eingetreten seien. Hiergegen energische Abhilfe zu schaffen und, soweit nur immer erreichbar, die gröfste Sicherheit in der Beförderung auf den Eisenbahnen zu erzielen, sei die Aufgabe, zu deren Lösung die gegenwärtige Versammlung kräftigst beizutragen berufen sei. Was den einzelnen, immerhin sehr anerkennungswerthen Bemühungen nicht genügend gelungen sei, werde von den vereinigten Kräften einer so grofsen Zahl Sachverständiger leichter zu erringen sein. Einen vortrefflichen Anhalt für die Beurtheilung der Ursachen, die bei den Unfällen der jüngsten Zeit besonders mitgewirkt hätten, gewähre die Statistik der Betriebsereignisse aus den letzten Jahren und speciell aus dem Jahre 1872.

Aus letzterer werden die Hauptresultate demnächst mitgetheilt. — Da zu einer Generaldiscussion Niemand das Wort verlangte, so wurde sofort in die Specialdiscussion eingetreten. In Betreff des Fragebogens, welcher hierfür aufgestellt und sämmtlichen Theilnehmern einige Zeit vorher zugesandt war, hob der Vorsitzende hervor, dafs derselbe nur als Leitfaden für die Besprechungen dienen, keineswegs aber die Anregung anderer, nicht darin enthaltener Fragen ausschliefsen solle.

Frage Nr. 1.

„Ist das Oberbau-System der breitbasigen Schienen auf hölzernen Querschwellen an und für sich als genügend sicher für den Betrieb zu bezeichnen, resp. welche Festsetzungen in Bezug auf die Construction des Schienengestänges sind etwa zur Gewährleistung einer vollkommneren Sicherheit zu treffen?“

Es wurde zunächst zur Erörterung gestellt, welche Breite die Kiesbettung mindestens haben müsse, um einer seitlichen Verschiebung der Schwellen den erforderlichen Widerstand entgegen zu setzen. Man erkannte an, dafs der §. 8 der technischen Vereinbarungen vom Juni 1871 hierfür keine bestimmte Norm enthalte. Derselbe lautet: „die Kronenbreite, in einer horizontalen Linie durch die Unterkante der Schienen gemessen, soll vom Durchschnittspunkte der Böschungslinie bis zur Mitte des nächsten Geleises nicht

Digitized by Google

unter 2" betragen." Unter Kronenbreite soll hier, wie allgemein zugegeben wurde, nicht etwa die Breite der wirklichen Kiesbettung, sondern nur eine ideelle Linie verstanden sein, mit deren Hilfe die Minimalbreite des Unterbau-Planums zu bestimmen ist. Für die Bettungsbreite, in der Höhe der Schienen-Unterkante gemessen, wurde als Minimum $3_{,2}$" bei eingeleisiger Bahn in Vorschlag gebracht. Bei der Abstimmung wurde jedoch die Frage, ob diese Breite für alle Gangarten der Züge ausreichende Sicherheit gewähre, von der Majorität der Anwesenden verneint, dagegen eine Minimal-Breite von $3_{,6}$" ziemlich einstimmig als genügend anerkannt, falls gutes Bettungsmaterial verwendet werde. Es wurde daran die Folgerung geknüpft, dafs, wenn jene Bettungsbreite zeitweise nicht vorhanden sei, eine angemessene Ermäfsigung der gröfsten Fahrgeschwindigkeit eintreten müsse.

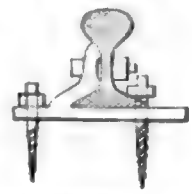
Als Minimallänge der Schwellen setzte man das Maafs von $2_{,5}$" fest.

Demnächst wurde die Befestigung der Schienen auf den Schwellen einer näheren Erörterung unterzogen. Von verschiedenen Seiten wurde die Befestigung mit den gewöhnlichen Hakennägeln als nicht genügend sicher bezeichnet und der Anwendung der Schraubennägel, ähnlich wie sie in Frankreich üblich sind, das Wort geredet. Da diese Nägel nicht eingeschlagen, sondern eingeschraubt werden, sei allerdings die Auswechselung der Schienen umständlicher und zeitraubender, das Beispiel der französischen Bahnen beweise aber, dass die daraus erwachsenden Schwierigkeiten wohl zu überwinden seien; auch werde diese Befestigungsart von denjenigen preufsischen Bahnverwaltungen, welche dieselbe versuchsweise eingeführt, lebhaft befürwortet. Man erkannte allseitig eine Verbesserung der bisherigen Befestigungsmittel als sehr wünschenswerth an und stimmte dafür, dafs ausgedehntere Versuche mit der Anwendung der Schraubennägel zu machen seien.

Der von einigen Seiten befürworteten Anbringung von Zugstangen zur Verbindung der Schienenstege mit einander wurde von anderer Seite weniger Werth beigelegt, da dieselben die gefährliche Lockerung der gewöhnlichen Hakennägel erfahrungsgemäfs nicht genügend zu verhindern vermöchten; es wurden aufserdem Fälle bezeichnet, in denen solche Zugstangen in Folge starker Seitenschwankungen der Locomotive zerrissen waren. Dessenungeachtet wurde insbesondere für scharfe Curven die Fortsetzung der Versuche mit Zugstangen von der Majorität empfohlen.

Die angeregte Frage, ob dem seitlichen Federn der Schienen, auf dessen thunlichste Verhütung die Befestigungsmittel hinwirken sollen, nicht auch dadurch entgegenzutreten sei, dafs die Schienen auf der Aufsenseite bis zum Kopf mit Kies verfüllt würden, gab zu der Erklärung Anlafs, dafs nach den bekannten von M. M. von Weber angestellten Versuchen dieses Mittel sich als sehr wenig wirksam herausgestellt habe.

Als ein wichtiges Befestigungsmittel, welches sowohl dem Eindrücken der Schienen in die Schwellen, als dem seitlichen Kippen der Schienen wesentlich vorbeugen helfe, wurden die Unterlagsplatten bezeichnet. Bei dieser Gelegenheit wurden die Vorzüge des Stuhlsystems seitens der Vertreter derjenigen Bahnverwaltungen, welche in mehr oder weniger grofsem Umfange an diesem System festgehalten haben, hervorgehoben; dasselbe lasse ein seitliches Umkanten oder Federn der Schienen nicht zu, gewähre eine grofse Auflagerfläche, conservire in Folge dessen die Schwellen besser, welche überdies durch die tiefere Lage in der Kiesbettung weit mehr vor atmosphärischen Einflüssen geschützt seien. Allerdings dürften die in neuerer Zeit hinzugetretenen Verbesserungen dabei nicht aufser Acht gelassen werden, nämlich die Befestigung der Stühle mit Nägeln statt mit Bolzen und die Anwendung des schwebenden Stofses mit kräftiger Verlaschung, durch welche zugleich das sogenannte „Laufen" der Schienen nach der Längenrichtung der Bahn sicherer verhindert werde, als durch die bei den breitbasigen Schienen üblichen Befestigungsmittel. Diesen Vorzügen gegenüber wurde von anderer Seite der überwiegende Nachtheil betont, welchen die Anwendung von Gufseisen und Holz und die unsichere Befestigung der Schienen durch die Keile mit sich bringe, deren Lockerung auch durch volle Einbettung in Kies nicht verhindert werden könne. Das abgesehen von England im Ganzen nur noch sporadische Vorkommen des überdies kostspieligeren Stuhlsystems liefere den besten Beweis, dafs es nicht den Vorzug verdiene; die Wiederaufnahme desselben würde als ein Rückschritt angesehen werden. Dieser Auffassung trat die Majorität der Versammlung bei, indem sie sich gegen neue Versuche mit dem Stuhlsystem aussprach. Eine in Vorschlag gebrachte Modification der schmiedeeisernen Unterlagsplatten, nach welcher letztere an der Aufsenseite der Schiene mit Stützen versehen werden sollten, die mit dem Schienensteg zu verschrauben wären, fand zwar mehrseitigen Beifall; eine Beschlufsfassung über bestimmte Formen der Unterlagsplatten fand man indessen nicht für angezeigt. Auch der Vorschlag, die Anwendung von Unterlagsplatten auf jeder einzelnen Schwelle als nothwendig vorzuschreiben, wurde als zu weit gehend verworfen. Dagegen wurde mit Rücksicht darauf, dafs erfahrungsmäfsig Entgleisungen auch in geraden Linien bei schlängelnder Bewegung der Locomotiven eingetreten sind, folgender Beschlufs gefafst: Es empfiehlt sich, schmiedeeiserne Unterlagsplatten nicht auf die schärferen Curven zu beschränken, sondern auch in schwächeren Curven und auf geraden Linien in ausgedehnterem Maafse als bisher anzuwenden und die günstige Wirkung derselben durch fernere Verbesserungen ihrer Construction zu erhöhen.



Bezüglich der Verlaschung der Schienen wurde in Anregung gebracht, dieselbe dadurch zu verstärken, dafs die Aufsenlasche eben so hoch wie die Schienen, die Innenlasche aber nur um so viel niedriger gemacht werde, als durch das Herabreichen des Spurkranzes bedingt ist. Bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn sei eine derartige Verstärkung der Laschen auf ausgedehnten Strecken zur Anwendung gekommen und habe sich gut bewährt. Von anderer Seite wurde die Gleichheit der inneren und äufseren Laschen als constructiv wünschenswerth bezeichnet und das Bedürfnifs zur Verstärkung der Laschen in Zweifel gezogen. Die Versammlung neigte sich der letzteren Ansicht zu und gab in ihrer Majorität die Erklärung ab, dafs eine Verstärkung der bisher üblichen Laschenverbindung, bei welcher die Laschen nicht über den Steg der Schienen hinausreichen, durch besondere Sicherheitsrücksichten nicht wohl geboten erscheine.

Digitized by Google

Die im Lauf der Debatte bereits mehrfach berührte Frage, wie weit die Höhe der Schienen bei dem seitlichen Federn derselben in Betracht komme, führte zu dem Beschlufs, dafs die normale Höhe der jetzt vorzugsweise angewandten Schienen von 131 ^{mm} als unbedenklich zu erachten sei, dafs dagegen eine Vergrößerung der Höhe bei den jetzigen Befestigungsmitteln nicht räthlich erscheine.

Ueber die Vorzüge der eichenen Schwellen vor den kiefernen herrschte Einstimmigkeit und empfahl man dieselben besonders für schärfere Curven. Kieferne Schwellen ganz von der Verwendung auszuschliefsen, erklärte man für unthunlich, hielt aber bei denselben die Anwendung von Unterlagsplatten in angemessener Anzahl für geboten und in scharfen Curven für durchweg nothwendig.

Der Vorsitzende lenkte demnächst die Aufmerksamkeit auf den ganz eisernen Langschwellen-Oberbau, auf dessen allgemeinere Einführung in neuerer Zeit immer entschiedener hingearbeitet werde; es seien vornehmlich zwei Systeme in ausgedehnterem Maafse zur Geltung gekommen, nämlich das Hartwich'sche und das Hilf'sche. In Betreff des ersteren wurde hervorgehoben, dafs sich dasselbe bei der Rheinischen Bahn, seitdem es auf Strecken mit stärkerer Frequenz verwendet sei, nicht bewährt habe; die sehr hohen und steifen Schienen seien schnell verbraucht, namentlich die Köpfe bald platt gefahren, auch sei die Auswechselung sehr schwierig. Dagegen habe sich bei derselben Bahn das Hilf'sche System, das allerdings erst in geringerem Umfange versuchsweise zur Anwendung gebracht sei, bisher sehr gut bewährt. Der Vorsitzende constatirte, dafs bei der Nassauischen Bahn das Hilf'sche System auch auf längeren Strecken mit sehr gutem Erfolge zur Anwendung gebracht sei; selbst ein Theil der Verbindungsstangen zwischen den Schienen sei entbehrlich befunden worden; dagegen habe sich die Anbringung je einer eisernen Querschwelle an den Stöfsen der Schienen als zweckmäfsig herausgestellt. Uebrigens erscheine die seitens der Rheinischen Eisenbahn in Vorschlag gebrachte Modification des Hilf'schen Profils, wie sie zuerst von dem Baumeister Meydenbauer angeregt sei, sehr beachtenswerth. Mit dem Vorschlage, ausgedehntere Versuche mit dem Hilf'schen Systeme, event. unter Berücksichtigung der Rheinischer Seits in Aussicht genommenen Aenderung, zu machen, erklärte sich die Versammlung einstimmig einverstanden.

Hierauf wurde die Frage Nr. 4, als mit der ersten Frage in nächster Verbindung stehend, vorweg zur Sprache gebracht.

Dieselbe lautet:

„Entspricht die Qualität des zum Oberbau verwendeten Materials durchweg den im Interesse der Sicherheit zu stellenden Anforderungen? Event. wie wird dies am zuverlässigsten zu erreichen sein?“

Es wurde hervorgehoben, dafs das Schienenmaterial auf den preufsischen Eisenbahnen im Allgemeinen gut sei; das beste sei der Bessemer Stahl; wenn jedoch das dazu verwendete Eisen Phosphor enthalte, entstehe leicht ein zu grofser Härtegrad, bei welchem nicht mehr die nöthige Zähigkeit vorhanden sei. Zur Prüfung der Stahlschienen seien deshalb aufser den Biegungsproben Fallproben zu empfehlen — etwa 2 Schläge eines 12 Centner schweren Bärs mit 5 ^{m} Fallhöhe auf die 1 ^{m} weit freiliegende Schiene. — Die Versammlung stimmte der allgemeinen Einführung von Fallproben bei und beschlofs ferner, dafs das Einklinken des Fufses bei Stahlschienen zu unterlassen, auch das Einstossen der Laschenbolzen-Löcher zu verbieten und hierfür das Bohren, bezw. Fraisen allgemein anzuwenden sei. Empfohlen wurde aufserdem, das Biegen der Stahlschienen behufs Einlegung in scharfgekrümmte Curven mittelst Walzen und nicht durch Schraubenpressen zu bewirken, um alle scharfen Ansätze zu vermeiden, welche erfahrungsmäfsig am meisten Anlafs zu Einbrüchen geben. Endlich wurde behufs Feststellung des Härtegrads der Schienen deren Untersuchung mittelst der Feile empfohlen.

Von der Anwendung von Stahl-Kopfschienen wurde abgerathen, da eine innige Schweifsung zwischen dem verschiedenartigen Material nicht zu erreichen sei.

Für schmiedeeiserne Schienen wurde mit Rücksicht auf die nicht immer genügende Schweifsung eine Prüfung durch Hammerschläge als nothwendig anerkannt.

Fortgesetzt den 30. October.

Aufser den am vorigen Tage anwesenden Herren nahmen an den ferneren Berathungen auf vorherige Einladung noch Theil der

Dr. Siemens (Firma Siemens & Halske) und der Ober-Ingenieur Frischen.

Frage Nr. 2.

„Ist zu vermuthen, dafs durch mangelhafte Ausrundung der Gefällwechsel überhaupt und namentlich durch ungenügende Vermittelung von Gegensteigungen oder Gegengefällen Unfälle herbeigeführt sind? Und lassen sich auf Grund der bisherigen Erfahrungen bestimmte zulässige Grenzwerthe für die Gröfse des Ausrundungsradius und für die Länge der horizontalen Zwischenstrecken normiren?“

Unter Hinweis auf die mehrfach vorgekommenen Zugtrennungen auf Brechpunkten oder kurzen Scheitel- oder Sohlstrecken wurde erwähnt, dafs zu denselben meistens eine ungeschickte Handhabung der Locomotive mit beigetragen habe; gleichwohl scheine es nothwendig, bei der Bahnanlage darauf Rücksicht zu nehmen, dafs ein langer Zug nicht in mehrere verschieden geneigte Strecken zu stehen kommen könne. Der §. 2 der technischen Vereinbarungen vom Juni 1871 enthält mit Bezug hierauf die Bestimmung:

„Die Gefällwechsel sind zur Gewinnung sanfter Uebergänge mittelst möglichst schlanker Curven abzurunden. Zwischen Gegengefällen und Gegensteigungen von 1 : 200 und darüber soll eine horizontale Strecke, womöglich von der Länge eines Güterzuges, eingelegt werden.“

In Erwägung, dafs auch bei flacheren Gegengefällen und Gegensteigungen die Einlegung einer solchen horizontalen Zwischenstrecke sehr zweckmäfsig und überdies meist leichter zu erreichen sei, als bei gröfseren Neigungsverhältnissen, sprach sich die Versammlung dafür aus, dafs in jenem Paragraphen die Worte „von 1 : 200 und darüber“ ganz gestrichen werden möchten. Die Bestimmung, dafs die Gefällwechsel „mittelst möglichst schlanker Curven“ abzurunden seien, wurde für zweckmäfsig erklärt und nur

Digitized by Google

noch dahin vervollständigt, dafs der Abrundungsradius jedenfalls nie kleiner als 2000^m gewählt werden dürfe.

Frage Nr. 3.

„Ist anzunehmen, dafs durch mangelhafte Herstellung des Ueberganges aus der geraden Linie in Curven oder durch ungenügende Ueberhöhung des äufseren Schienenstranges in Curven Entgleisungen veranlafst sind? Und welche Normen werden hierfür empfohlen?“

Nachdem es von einer Seite als wahrscheinlich bezeichnet war, dafs einzelne Entgleisungen durch zu plötzlichen Uebergang zu der Ueberhöhung des äufseren Schienenstranges in Curven herbeigeführt seien, wurde ein recht flacher Anlauf dafür von der Versammlung empfohlen und als stärkste zulässige Steigung 1 : 250 angenommen. Ueber die Frage, ob es zweckmäfsig sei, die Ueberhöhung nur über die in den technischen Vereinbarungen vorgeschriebene, den Uebergang vermittelnde Parabelcurve zu vertheilen oder noch etwas in die gerade Linie hineinreichen zu lassen, sowie über das vortheilhafteste Maafs der Ueberhöhung wurde eine Einigung nicht erzielt, jedoch festgesetzt, dafs bei Bestimmung der Ueberhöhung vorzugsweise die gröfste zulässige Schnellzug-Geschwindigkeit zu berücksichtigen sei und dafs es im Uebrigen höchst wünschenswerth erscheine, durch practische Versuche die fraglichen Punkte weiter aufzuklären. Der Antrag, für die Bestimmung der Ueberhöhung als Grundsatz vorzuschreiben, dafs die Lastvertheilung auf die beiden Räder einer Achse in der Curve dieselbe bleiben solle, wie in der geraden Linie, wurde abgelehnt, da dies die Gewinnung practischer Resultate nur erschweren würde.

Frage Nr. 5.

„In welcher Weise ist eine möglichst solide Unterhaltung des Oberbaues und eine möglichst sichere Controle derselben zu erzielen?“

Die Unterhaltung des Oberbaues im Accord wird unter gewissen Verhältnissen als nützlich anerkannt, jedoch nur der Einzelaccord, nicht der Generalaccord auf längere Zeiten. Letzterer wird bei der Abstimmung sogar als mit der Sicherheit des Betriebes unverträglich verworfen.

Die auf der Locomotivführer-Conferenz zu Mainz am 27. September c. befürwortete allgemeine Einführung gedruckter Formulare, mittelst deren die Locomotivführer in den Stand gesetzt werden, wahrgenommene schlechte Stellen in den Bahngeleisen auf jeder Station zur actenmäfsigen Anzeige bringen zu können, wird als ein ganz geeignetes Mittel zur Controle des Oberbaues allseitig anerkannt und demgemäfs empfohlen.

Es wird hierauf beantragt, eine Trennung der Bahnbewachung und Bahnunterhaltung vorzuschreiben, da die Wärter oft nicht im Stande seien, beide Functionen in dem nöthigen Umfange zu erfüllen. Die Versammlung lehnt den Antrag in dieser Form ab, nimmt dagegen eine andere Resolution an, wonach in denjenigen Fällen, in denen die Bahnwärter die im §. 5 des Bahnpolizei-Reglements gestellten Anforderungen nicht genügend zu erfüllen vermögen, besondere Beamte für die Revision der Bahn angestellt werden sollen.

Im Interesse der Privat-Bahnverwaltungen wird von einer Seite der Wunsch ausgesprochen, die Baumeister und Bauführer, welche für die technische Controle der Bahnen nicht zu entbehren seien, möchten Seitens des Staates nicht ausschliefslich für den Staatsdienst in Anspruch genommen werden, wie es nach den in der neueren Zeit erlassenen Bestimmungen immer mehr der Fall sei.

Der von anderer Seite hervorgehobene Umstand, dafs die Eisenbahn-Baumeister bei den Staatsbahnen gewöhnlich nur kurze Zeit in derselben Stellung belassen würden, wird zwar als nachtheilig für die Bahncontrole anerkannt, aber bei den augenblicklichen Zeitverhältnissen in Folge der raschen Ausdehnung des Eisenbahnnetzes und des häufigen Uebertritts der technischen Eisenbahnbeamten in den Dienst der Privatbahnen als zur Zeit nicht wohl vermeidlich bezeichnet.

Frage Nr. 6.

„Giebt es unter den vorhandenen Weichen solche, die ihrer Construction nach als betriebsgefährlich zu verwerfen sind? Und welche Verbesserungen der Weichenconstruction sind zu allgemeinerer Einführung zu empfehlen?“

Mit Bezug auf den ersten Theil der Frage erklärt die Versammlung zuvörderst, dafs Weichen, welche keine unterschlagenden Zungen haben, als betriebsgefährlich zu erachten sind. Uebrigens wird constatirt, dafs derartige Weichen nur noch ausnahmsweise existiren.

Bezüglich des zweiten Theils der Frage wird der Antrag gestellt und angenommen, für die Weichenzungen allgemein ein Profil einzuführen, welches genügend breit und stark sei, um gegen das Umkanten und seitliche Durchbiegen ausreichenden Widerstand zu leisten, ohne dafs es einer besonderen Abstützung der Zungenschienen gegen die Mutterschienen durch Zwischenknaggen bedarf.

Die Frage, ob Zungen von gewöhnlichem Schienenprofil völlig zu verwerfen seien, wird von der Majorität mit Nein beantwortet, ein niedrigeres Profil aber als zweckmäfsiger empfohlen. Es wird dann noch darauf hingewiesen, dafs bei der vertikalen Abschrägung des unterschlagenden Theiles der Zunge sorgfältig darauf geachtet werden müsse, dass sich keine schiefe Ebene bilde, auf welche der Spurkranz auflaufen könne; bei der Bergisch-Märkischen Bahn wurde zu diesem Behuf der Mutterschiene an der betreffenden Stelle durch Abhobeln das alte birnenförmige Profil gegeben, das einen günstigeren Querschnitt des unterschlagenden Zungenendes gestatte. Von anderer Seite wird statt des letzteren Mittels empfohlen, den nach der Längenrichtung abgeschrägten Zungentheil auch nach der Querrichtung gehörig abzuschrägen.

Die Frage, ob die Anwendung gekrümmter Zungen statt der geraden im Interesse der Sicherheit geradezu geboten erscheine, wird verneint. Als Vorzug der geraden Zunge wird die geringere Länge des unterschlagenden Theiles aufgeführt. Von verschiedenen Seiten wird aber bestätigt, dafs die gekrümmten Zungen beim Durchfahren der Weichen eine sanftere Bewegung der Fahrzeuge veranlafst haben.

Ein besonderer Werth sei den gekrümmten und langen Zungen beizulegen, wenn es sich um Weichen in den Hauptgeleisen eingeleisiger Bahnen handele, welche von ganzen Zügen durchfahren werden.

Frage Nr. 7.

„Darf angenommen werden, dafs bei der bisher üblichen Herstellungsweise der Weichenvorrichtungen immer

Digitized by Google

der nöthige Grad von Genauigkeit erreicht ist? Und auf welche Weise wird sich eine möglichst grofse Vollkommenheit hierin erzielen lassen?"

Dieselbe wird dahin beantwortet, dafs die vielfach übliche Anfertigung der Weichen in den Eisenbahn-Werkstätten für die Erreichung des nöthigen Genauigkeitsgrades zu empfehlen sei; nur müfsten die Weichen schon in der Werkstätte auf Unterlagsplatten fertig verbunden werden; aufserdem werde die allgemeine Einführung von Dreiecksverbindungen zwischen den beiderseitigen Unterlagsplatten zur Sicherung eines genauen Abstandes empfohlen.

Frage Nr. 8.

„Sind in Betreff des Materials zu den Weichenzungen, Mutterschienen und Gleitstühlen bestimmte Festsetzungen zu treffen, um eine ungleichmäfsige Abnutzung der einzelnen Theile thunlichst zu verhüten?"

Die Versammlung erklärt einstimmig, dafs es sich empfiehlt, nicht nur die Zungen, sondern auch die Mutterschienen aus Stahl herzustellen. Es wird dazu bemerkt, dafs mit Rücksicht auf das nothwendige Hobeln der Zungen zu diesen kein Bessemer Stahl, sondern Puddelstahl zu nehmen sei.

Im Hinblick auf einige Entgleisungen, deren Ursache in der ungleichen Höhenlage zu vermuthen ist, welche die Köpfe der Zunge und Mutterschiene einer Weiche in Folge verschiedener Abnutzung bekommen hatten, wird von der Versammlung empfohlen, beim Auswechseln einer Zunge oder einer Mutterschiene jedesmal die ganze Weiche herauszunehmen und in der Höhenlage neu zu adjustiren.

Zur Frage Nr. 9,

„Sind gewisse Stellvorrichtungen der Weichen als unsicher von der Verwendung auszuschliefsen?"

wird zunächst beschlossen, dafs die im §. 64 der technischen Vereinbarungen enthaltene Bestimmung, wonach Einfallhaken bei selbstwirkenden Weichen als unzulässig bezeichnet werden, unter die obligatorischen Bestimmungen aufzunehmen sei.

Es wird dann erwähnt, dafs die Gegengewichte der Stellvorrichtungen nicht immer schwer genug seien, um die Zunge fest an die Mutterschiene zu drücken; namentlich wenn eine Weiche von der Locomotive selbst aufgefahren werde, bleibe dieselbe leicht in einer Mittelstellung stehen und gebe dann zu Entgleisungen Anlafs; für solche Fälle wirke die bei den Weichen der Ostbahn angebrachte Vorrichtung günstig, bei welcher das Gegengewicht von selbst nach der anderen Seite überfällt, sobald die Weiche umgestellt wird.

Die daran angeschlossene Frage, ob es sich empfiehlt, die Gegengewichte so einzurichten, dafs dadurch stets ein Anschliefsen der Zunge mit Sicherheit herbeigeführt wird, wird von der Majorität der Anwesenden bejaht.

Als eine Sicherheitsvorkehrung für das Befahren der Weichen, um die Zungen bei etwaiger Mittelstellung fest anzudrücken, werden noch die neben den Schienen kurz vor der Weiche anzubringenden Druckhebel erwähnt, wie sie in Oesterreich mehrfach angewandt und von Max Jüdel in Braunschweig für 50 Thlr. pro Stück zu beziehen seien. Die Versammlung erklärt es für wünschenswerth, dafs dem Apparate eine gröfsere Aufmerksamkeit als bisher zugewendet werde.

Bei dieser Gelegenheit wird auch die Frage angeregt, ob am Zungendrehpunkt ein Drehbolzen oder eine Laschenverbindung oder beides gemeinschaftlich anzubringen sei. Bei Laschenverbindung ohne Drehbolzen sei eine nachtheilige Längsverschiebung der Zungen beobachtet, wenn die Löcher in den Laschen oder Schienen den Verbindungsbolzen mit Spielraum umschlossen. Beim Fehlen der Laschen sei dagegen die Zunge nicht genügend gegen Umkippen gesichert. Nach längerer Debatte einigte man sich dahin, dafs eine Laschenverbindung an der Zungenwurzel oder eine deren Wirkung ersetzende Vorrichtung als obligatorisch anzunehmen sei, während die Frage, ob aufserdem noch die Anwendung von Drehbolzen vorzuschreiben, verneinend beantwortet wurde.

Die Frage Nr. 10,

„In welcher Weise ist für eine möglichst sorgfältige Instandhaltung der Weichenvorrichtungen und eine sichere Controle derselben zu sorgen?"

giebt zu der Mittheilung Anlafs, dafs auf dem Bahnhof der Niederschlesisch-Märkischen Bahn zu Berlin besondere Weichenrevisoren und zwar Schlosser aus der Bahnwerkstätte zur periodischen Controle der Weichen und gleichzeitigen Ausführung etwa erforderlicher Reparaturen commandirt werden, was sich sehr bewährt habe. Die Versammlung empfiehlt dies Verfahren zu allgemeiner Annahme, wodurch selbstredend die Controle durch die Bahnmeister und Weichensteller nicht ausgeschlossen sei.

Fortgesetzt den 31. October.

Die Verhandlung wendet sich nunmehr der Frage Nr. 11 zu:

„Erscheinen Modificationen in der Construction der Herzstücke geboten? Und empfiehlt es sich, das Kreuzungsverhältnifs derselben zwischen engeren Grenzen als bisher einzuschliefsen, und zwar

a. bei einfachen Weichen,
b. bei englischen Weichen,
c. bei Geleiskreuzungen?"

Eine principielle Modification der bisherigen Herzstück-Construction wird nur in der neuerdings mehrfach vorgeschlagenen Anbringung beweglicher Zungen gefunden. Es wird hervorgehoben, dafs diese wohl geeignet seien, Entgleisungen zu verhindern, wie sie beim Rangiren und besonders beim Ingangsetzen eines Rangirzuges in Herzstücken öfters vorgekommen sind, dafs dagegen in Hauptgeleisen die Anwendung der beweglichen Zungen keinen besonderen Vortheil gewähre, daselbst sogar bedenklich erscheine. Demgemäfs beschliefst die Versammlung, weitere Versuche damit in Nebengeleisen zu empfehlen, von der Verwendung in Hauptgeleisen aber abzurathen.

Als eine zweckmäfsige Construction, durch welche eine sichere Führung der Spurkränze erreicht werden könne, wird die Fortführung der Herzstückspitze bis in den mathematischen Kreuzungspunkt von einer Seite angerathen; hierbei sei allerdings die Spitze von da ab, wo ihre Stärke 20 mm beträgt, bis zu dem Ende hin abzuschrägen. Die Herstellung biete selbst bei gewöhnlichen Schienenherz-

Digitized by Google

stücken keine Schwierigkeit. Bei der Abstimmung wird die allgemeine Anwendung dieser Construction bei Kreuzungsstücken als wünschenswerth bezeichnet, bei einfachen Weichenherzstücken jedoch mit Rücksicht auf die vorhandenen Zwangsschienen nicht für nothwendig erachtet. Dagegen befürwortet die Versammlung die beantragte Erhöhung der Zwangsschienen über die Schienen-Oberkante hinaus im Interesse einer besseren Führung des Rades, sofern eine solche Erhöhung durch eine entsprechende Aenderung des durch das Bahnpolizei-Reglement vorgeschriebenen lichten Normalprofils statthaft gemacht werde. Ferner wird es als nothwendig anerkannt, dafs die Herzstückspitze und die Flügelschienen aus vorzugsweise widerstandsfähigem Material hergestellt werden.

Aufserdem wird beschlossen: Für die Entfernung zwischen der Herzstückspitze und der das Rad führenden Kante der Zwangsschiene ist ein, von der etwaigen Spurerweiterung unabhängiges, constantes Maafs innezuhalten, welches noch näher festzusetzen bleibt. Diese Entfernung mufs durch geeignete Querverbindungen gesichert werden. Ein Umkanten der Zwangsschiene ist durch zweckentsprechende Befestigungsmittel unmöglich zu machen.

In Betreff des Kreuzungsverhältnisses werden die bisherigen, durch die technischen Vereinbarungen festgesetzten Beschränkungen im Allgemeinen für ausreichend erachtet; jedoch wird die Anwendung eines möglichst grofsen Schneidungswinkels bei Kreuzungsstücken empfohlen.

Die Fragen Nr. 12 und 31 werden wegen der Wechselbeziehung, in der sie zu einander stehen, zusammen zur Discussion gestellt. Sie lauten:

Frage Nr. 12.

„Welche Grundsätze werden für die Anordnung der Weichen in den Bahnhöfen eingeleisiger Bahnen empfohlen, namentlich in solchen Bahnhöfen, auf denen nicht alle Züge anhalten, resp. in solchen, bei denen die Einfahrt der Güterzüge direct in die Nebengeleise erfolgen soll?“

Frage Nr. 31.

„Ist ein günstiger Erfolg für die Sicherheit des Betriebes davon zu erwarten, wenn das Princip des Rechtsfahrens auch bei den Bahnhöfen eingeleisiger Bahnen consequent durchgeführt und die Anordnung dieser Bahnhöfe dem entsprechend ausgebildet wird?“

Zunächst werden die beiden verschiedenen Arten, nach welchen die beiden Hauptgeleise eines Bahnhofes auf eingeleisiger Bahn mit einander an dem Bahnhofsende verbunden werden können, näher erläutert. Bei der einen (Skizze A)

bleibt der einfahrende Zug, indem er den geraden Weichenstrang verfolgt, stets auf dem zu der Fahrtrichtung rechts liegenden Geleise, mufs aber bei der Ausfahrt den gekrümmten Weichenstrang passiren. Bei der anderen Art (Skizze B) mufs der von der einen Richtung kommende Zug, wenn er in das rechtsliegende Geleis einlaufen soll, den krummen Strang der Einfahrtsweiche und bei der Ausfahrt den krummen Strang der Ausfahrtsweiche passiren, während der von der entgegengesetzten Seite kommende Zug in gerader Richtung ein- und ausfährt. Die letztere Art kann nur dann den Vorzug vor der ersteren verdienen, wenn von dem Princip des Rechtsfahrens abgewichen und Werth auf die Möglichkeit, den Bahnhof ganz gerade zu durchfahren, gelegt wird, also bei Zwischenbahnhöfen, welche von Zügen ohne Aufenthalt passirt werden sollen. Es wird dann noch die Wichtigkeit der Durchführung eines bestimmten Princips für die Sicherheit aller Betriebsfunctionen hervorgehoben und demgemäfs die consequente Durchführung der ersterwähnten Art der Verbindung zwischen den Hauptgeleisen eines Bahnhofes bei eingeleisiger Bahn empfohlen.

Demgemäfs spricht sich die Versammlung dahin aus, dafs es im Interesse der Sicherheit des Betriebes im hohen Maafse zweckmäfsig erscheint, das Rechtsfahren auch bei eingeleisigen Bahnen als Princip festzuhalten, davon nur auf Grund besonderer Instructionen ausnahmsweise abzuweichen und Einrichtungen zu treffen, durch welche dem Stationsvorsteher eine genaue Controle der jedesmaligen Weichenstellung möglich gemacht wird. Es wird jedoch als zulässig anerkannt, einzelne Haltestellen, bei denen durch festen Weichenverschlufs die Ablenkung eines durchfahrenden Zuges in das unrichtige Geleis unmöglich gemacht ist, als einen Theil der freien Bahn zu behandeln.

Da durch diesen Beschlufs die in der Frage Nr. 15 enthaltenen Punkte mit berührt werden, so wird diese gleich mit in die Besprechung gezogen. Dieselbe lautet:

Frage Nr. 15.

„Welche Mittel erscheinen angezeigt, um das Einfahren von Zügen in ein falsches Bahnhofsgeleis möglichst sicher zu verhüten? Erscheint es zweckmäfsig, dem Stationschef die Aufsicht und Disposition über die Einfahrtsweichen und Bahnhofs-Schlufstelegraphen vom Stationsbüreau aus durch mechanische, bezw. elektrische Verbindungen zu ermöglichen? Und in welcher Weise sind bejahenden Falls diese Verbindungen einzurichten?“

Der Vorsitzende theilt zunächst die statistischen Ergebnisse mit, welche sich auf die im Laufe der letzten 5 Jahre durch Weichen veranlafsten Unfälle beziehen. Daraus ergiebt sich eine sehr erhebliche Zunahme dieser Unfälle von Jahr zu Jahr, und zwar ist der bei Weitem gröfste Theil derselben durch solche Weichen veranlafst, welche in den Hauptgeleisen der Bahnhöfe mit der Zungenspitze gegen die Zugrichtung gekehrt liegen.

Die Versammlung spricht sich hierauf für obligatorische Einführung von Sicherheitsvorrichtungen zur Verhinderung derartiger Unfälle aus und beschliefst: „Es sind Vorkehrungen zu treffen, die dem Stationsvorsteher die vollkommen sichere Disposition über die Stellung der in den Hauptgeleisen gegen die Zungenspitze zu befahrenden Weichen und über die Einfahrtssignale gestattet.“

Ferner spricht sich die Versammlung dahin aus, dafs als geeignete Mittel zur Abstellung der in den spitz befahrenen Weichen der Hauptgeleise vorkommenden Unfälle anzuerkennen sei:

1) die Beseitigung der spitz befahrenen Weichen aus den Hauptgeleisen, bezw. die thunlichste Beschränkung der-

Digitized by Google

selben auf die zur Handhabung eines rationellen Betriebes unumgänglich nöthige Anzahl;

2) die obligatorische Einführung einer geeigneten Sicherung der Einfahrtsweichen bei allen Bahnhöfen eingeleisiger Bahnen und der spitz befahrenen Endweichen bei den Bahnhöfen zweigeleisiger Bahnen. Die Sicherung habe im Wesentlichen in einer solchen Verbindung des Einfahrtssignals mit der betreffenden Weiche und dem Stationsbüreau zu bestehen, dafs das Einfahrtssignal nur bei der für den einlaufenden Zug angeordneten Stellung der Weiche gegeben werden könne.

Es wird auf die dafür construirten Apparate Bezug genommen, welche in der Fabrik von Siemens & Halske ausgestellt und von einem grofsen Theil der Anwesenden besichtigt worden sind.

Frage Nr. 13.

„Läfst eine ausgedehntere Anwendung von Drehscheiben oder Niveau-Schiebebühnen statt der Weichen eine wesentliche Vereinfachung des Rangirdienstes auf den Bahnhöfen und somit eine gröfsere Betriebssicherheit erwarten?“

Die Unentbehrlichkeit der Weichenverbindungen für das Rangiren bei grofsem Massenverkehr und auf Trennungsstationen wird allseitig anerkannt, die Nützlichkeit von Dampfschiebebühnen von einigen Rednern besonders hervorgehoben. Die Versammlung empfiehlt nach Erwägung aller Vortheile und Nachtheile, welche mit der Anlage von Drehscheiben und Schiebebühnen verbunden sind, die Anwendung derartiger mechanischer Vorrichtungen in einem gegen bisher ausgedehnteren Maafse, will dieselbe jedoch im Wesentlichen auf Güter-Schuppen, Be-, Ent- und Ueberlade-Geleise beschränkt wissen.

Bei dieser Gelegenheit wird auf die Zweckmäfsigkeit ansteigender Rangirköpfe auf Rangirbahnhöfen hingewiesen, wenn die Steigung mäfsig gehalten wird und eine genügende Anzahl paralleler Bahnhofsgeleise vorhanden ist. Die Majorität der Versammlung spricht sich dahin aus, dafs die Anwendung ansteigender Rangirköpfe mit Steigungen von höchstens 1 : 200 unter der Voraussetzung, dafs geeignete Sicherheitsvorrichtungen zum Bremsen der Wagen vorhanden sind oder getroffen werden, wegen der dadurch zu erreichenden Abkürzung des Rangirgeschäfts als ein zweckmäfsiges Mittel zur Erhöhung der Sicherheit angesehen werden kann. Unbedingt zu vermeiden sei das Anschliefsen der Rangirköpfe an die Hauptgeleise, welche letzteren überhaupt zu dem eigentlichen Rangiren nicht benutzt werden dürften.

Ferner wird an dieser Stelle darauf aufmerksam gemacht, dafs eine Vereinbarung zwischen benachbarten und in ihrem Wechselverkehr auf einander angewiesenen Bahnverwaltungen, wonach die Wagen derselben innerhalb der Verbandsgrenzen ohne Rücksicht auf die beschränkenden Bestimmungen des Wagenregulativs wechselseitig benutzt werden dürfen und nicht auf derselben Station zurückgegeben zu werden brauchen, wesentlich zur Erleichterung des Verkehrs, zur Kürzung der Züge, zur Vereinfachung des Rangirens und somit auch zur Erhöhung der Betriebssicherheit beizutragen im Stande sei. In diesem Sinne beschliefst die Versammlung, dafs den Bahnverwaltungen derartige Vereinbarungen dringend zu empfehlen sind.

Frage Nr. 14.

„Erfüllen die Signalvorrichtungen, durch welche die jeweilige Stellung der Weichen bei Tage und bei Nacht gekennzeichnet werden soll, durchweg ihren Zweck, die Betriebssicherheit thunlichst zu erhöhen?“

Es wird hervorgehoben, dafs die grofse Anzahl Weichenlaternen auf einem ausgedehnten Bahnhof den Locomotivführer eines einfahrenden Zuges mehr verwirre, als orientire; in den Rangirgeleisen seien indessen die Weichensignale nicht zu entbehren; die richtige Stellung der Weichen in den Hauptgeleisen werde durch das Einfahrtssignal genügend dargethan werden, sobald erst die beschlossene Verbindung der Telegraphen und Weichen überall durchgeführt sei. Hiergegen wurde von anderer Seite geltend gemacht, dafs die Stellung der Weichen auch von dem Stationspersonal müsse erkannt werden können, dafs deshalb auch die Weichen in den Hauptgeleisen eines Signals bedürften.

Die hiernach gestellte Frage, ob es im Interesse der Betriebssicherheit liege, die Laternen der in der beabsichtigten Weise gesicherten Weichen der Hauptgeleise nicht ferner beizubehalten, wurde von der Versammlung mit Nein beantwortet, ebenso die Frage, ob es sich empfehlen würde, die Locomotivführer von der Verpflichtung zu entbinden, die Weichensignale an jenen Weichen zu beachten.

Seitens des Reichs-Eisenbahnamtes sind zu der Frage Nr. 14 noch 2 Nebenfragen gestellt, nämlich:

„Ist es zur Sicherung des Betriebes nicht erwünscht, den Schlufs des Zuges auch bei Tage zu signalisiren? (Nebel, Schneegestöber etc.)“

und

„Sprechen nicht Gründe der Sicherheit dafür, auch den Tender (auf der Rückseite) bei Nacht durch eine Laterne zu beleuchten? (Loslösen der Kuppelung während der Fahrt, Manipulation der Maschine beim Wassereinnehmen etc. auf den Stationen).“

Nachdem zu der ersten Frage bemerkt ist, dafs für die Staatsbahnen die Bestimmung, den Schlufs des Zuges auch bei Tage (durch eine rothe Scheibe) zu signalisiren, bereits existire, erklärt sich die Versammlung dafür, dafs dies allgemein einzuführen sei.

Die constante Beleuchtung der Rückseite des Tenders während der Fahrt auf freier Bahn vorzuschreiben, wird von der Majorität für unnöthig erklärt und darauf hingewiesen, dafs im Uebrigen §. 39 des Bahnpolizei-Reglements die erforderlichen Vorschriften enthalte.

Frage Nr. 16.

„Welche Anordnungen sind zu treffen, um den Locomotivführer von einem Haltesignale, welches an einem Bahnhofs-Schlufstelegraphen oder an dem Telegraphen einer Blockstation gegeben ist, unter allen Umständen so frühzeitig zu avertiren, dafs derselbe den Zug noch vor dem betreffenden Telegraphen mit Sicherheit zum Stehen bringen kann?“

Die Versammlung nimmt mit grofser Majorität die Resolution an, dafs es bei den Bahnhofs-Schlufstelegraphen unbedingt geboten erscheine, ein genügend weit vorgeschobenes Avertissements-Signal herzustellen und dasselbe mit dem Bahnhofs-Schlufstelegraphen mechanisch so zu verbinden, dafs es sich bei der Signalgebung automatisch mitbewegt. Darüber, ob es nöthig oder zweckmäfsig sei, derartige Aver-

Digitized by Google

tissementsignale auch zu beiden Seiten der Zwischen-Blockstationen anzubringen, werden verschiedene Ansichten laut. Einerseits wird die Möglichkeit hervorgehoben, dafs ein Zug unmittelbar hinter einer solchen Blockstation liegen bleiben könne, nachdem der Blockwärter bereits die vorhergehende Strecke deblockirt habe, dafs dann also ein nachfolgender Zug, welcher das Haltesignal der Blockstation nicht früh genug erkennt, auf den ersten Zug auflaufen könne. Andrerseits wird auf die zahlreichen Mittel hingewiesen, welche für einen solchen ganz abnormen Fall dem Zug- und Bahnbewachungs-Personal zu Gebote stehen, um weitere Gefahr abzuwenden; zu gröfserer Sicherheit wird vorgeschlagen, die Blockwärter dahin zu instruiren, dafs sie nicht eher deblockiren dürfen, als bis der betreffende Zug ihrem Gesichtskreis entschwunden ist.

Die Majorität erklärt hierauf die Anbringung der Avertissements-Signale bei Zwischen-Blockstationen für nicht erforderlich.

Frage Nr. 17.

„Welche Vorsichtsmaafsregeln sind für den Fall erforderlich, dafs die telegraphische Verbindung unterbrochen und das Abläuten und Rückmelden der Züge unmöglich ist?“

Es werden folgende Vorsichtsmaafsregeln in Vorschlag gebracht und sämmtlich von der Versammlung als nützlich anerkannt:

a. Bei unterbrochener telegraphischer Verbindung müssen die Züge langsam fahren, und Locomotiv- wie Zugführer mit entsprechender, vom Stationsvorsteher vollzogener Ordre versehen werden.

b. Bei eingeleisiger Bahn darf weder die fahrplanmäfsige Kreuzung von Zügen verlegt werden, noch ist das Ueberfahren von Stationen zu gestatten.

c. Soweit die Läutewerke an den Blockapparaten in Function geblieben sind, mögen diese zur Orientirung über den Gang der Züge resp. zur Signalgebung mit benutzt werden.

d. Die Wärter haben durch kräftige Hornsignale einander die Annäherung eines Zuges zu melden; schlimmsten Falls ist die Anmeldung des Zuges durch Laufzettel von Wärter zu Wärter zu bewirken.

e. Der Wärter soll eine gewisse Zeitlang nach dem Passiren eines Zuges das Haltesignal geben, um eine bestimmte Zeitdistance zwischen den Zügen zu sichern.

Frage Nr. 18.

„Welche Maafsregeln sind zu ergreifen, um unheilvollen Folgen einer durch Zerreifsen einer Kuppelung herbeigeführten Zugtrennung auf freier Strecke wirksam vorzubeugen?“

Es wird erwähnt, dafs die unheilvollen Folgen der Zugtrennungen häufig dadurch herbeigeführt sind, dafs die Locomotivführer, sobald sie das Abreifsen eines Zugtheiles merken, den vorderen Zugtheil zu früh zum Stehen bringen und so das Auflaufen des nachfolgenden Theiles veranlassen. Man möge deshalb die Locomotivführer mit Instruction dahin versehen, dafs sie in solchen Fällen schleunigst bis zur nächsten, nöthigenfalls sogar bis zur darauf folgenden Station durchzufahren und dort alsbald das Nöthige anordnen zu lassen haben, um die Abtrennung der Wagen unschädlich zu machen.

Im Uebrigen wird auf die Frage Nr. 19 Bezug genommen, deren Beantwortung gerade für etwaige Zugtrennungen von besonderer Bedeutung sei.

Fortgesetzt den 1. November.

Die nun folgenden, auf Betriebsmittel bezüglichen Fragen sind inzwischen von den zu einer Subcommission zusammengetretenen Maschinen-Technikern bereits eingehend erörtert, und haben diese Erörterungen zu bestimmten Vorschlägen geführt, welche der Versammlung vorgelegt werden.

Der Vorsitzende theilt zunächst noch mit Bezug auf die Tags zuvor gepflogenen Verhandlungen über das Signalwesen die Wünsche mit, zu denen sich die Locomotivführer auf der Mainzer Conferenz geeinigt haben. Dieselben verlangen vor Allem, dafs womöglich in kürzester Frist auf allen Bahnen gleiche und der Sicherheit entsprechende Signale eingeführt werden. Speciell legen sie Werth auf gute Schlufslaternen an den Zügen und auf Signallaternen, welche durch Reflectoren auf genügend weite Entfernung sichtbar gemacht werden.

Die Versammlung erkennt diese Wünsche als berechtigt an und beschliefst, dafs eine noch gröfsere Uebereinstimmung in den Signalordnungen, als in den letzten Jahren bereits gewonnen, zu erstreben sei.

Es wird hierbei constatirt, dafs dies unschwer zu erreichen sein werde, da principielle Abweichungen nicht mehr vorhanden. Die etwaige Meinungsverschiedenheit darüber, ob Armsignale als Zwischensignale von besonderem Werth seien oder nicht, könne nach Maafsgabe der vorliegenden Erfahrungen unbeachtet bleiben.

Frage Nr. 19.

„Gewähren die bisher üblichen Bremsen mit Kurbelbewegung ein genügend sicheres Mittel zur Verminderung der Fahrgeschwindigkeit, oder empfiehlt es sich, um in aufsergewöhnlichen Fällen den Zug möglichst schnell anhalten zu können, andere Bremsvorrichtungen anzubringen?“

Zunächst wird folgende von der Subcommission vorgelegte Resolution unverändert angenommen:

„Die Bremsen mit Kurbelbewegung sind als ein genügend sicheres Mittel zur Verminderung der Fahrgeschwindigkeit zu betrachten, sofern dieselben durch eingeübte zuverlässige Beamte bedient werden. Gleichzeitig wird empfohlen, ausgedehntere Versuche mit Bremsen anzustellen, welche das Gewicht der Locomotiven zur Hemmung des Zuges nutzbar machen, oder bei denen durch Continuität der Bremswirkung ein gröfserer Effect erzielt werden kann.“

Aus der Besprechung einzelner bestimmter Bremsvorrichtungen geht hervor, dafs über deren Nutzen nach Lage der gewonnenen Erfahrungen und angestellten Beobachtungen noch keineswegs eine Uebereinstimmung in den Ansichten der Maschinen-Techniker herrscht. Namentlich bezieht sich dies auf die Lechatelier'sche Bremse. Die von einer Seite befürwortete Concentrirung der Bremsvorrichtungen in der Hand des Locomotivführers, wodurch eine schnellere und gleichmäfsige Wirkung erzielt werden soll, wird von anderer Seite mit Rücksicht darauf, dafs derselbe gerade bei Unfällen verhindert sein könne, davon den wünschenswerthen Gebrauch zu machen, nur mit dem Vorbehalt als zweckmäfsig anerkannt, dafs auch die einzelnen Bremser im Stande sein müfsten, ihre Hemmvorrichtungen anzuziehen.

Digitized by Google

In Betreff der vorzugsweise besprochenen Lechatelierschen und der Klotzbremsen an den Locomotiven erklärt sich die Majorität der Versammlung dafür, dafs beide als geeignete Apparate für weitere Versuche zu benutzen seien.

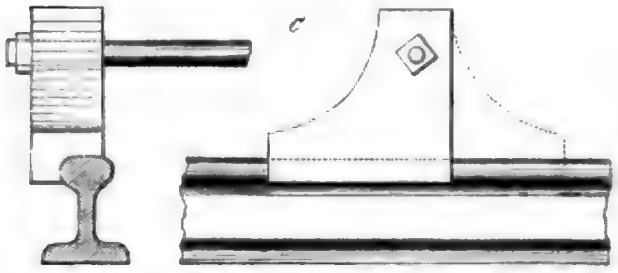
Die auf der mehrerwähnten Locomotivführer-Conferenz verlangte gute Instandhaltung und Controle der Bremsen, sowie möglichst strenge Handhabung des §. 13 des Bahnpolizei-Reglements, der sich auf die erforderliche Anzahl der Bremsen in den Zügen bezieht, wird allseitig befürwortet. Dabei wird eine recht präcise Fassung des bezeichneten Paragraphen, durch welche die Möglichkeit eines Mifsverständnisses ausgeschlossen werde, als wünschenswerth bezeichnet.

Zu Frage Nr. 20.

„Welche Vorkehrungen werden empfohlen, um das Forttreiben stehender Wagen durch Wind zu verhindern?"

hat die Subcommission den Antrag gestellt, es möge zu dem vorbenannten Zwecke die Anwendung geeignet geformter Vorlegeklötze oder bei Speichenrädern das Durchstecken von Bäumen als entsprechende Vorkehrung empfohlen werden.

Die Versammlung stimmt diesem Antrage mit der Modification zu, dafs die Anwendung der Vorlegeklötze als obligatorisch betrachtet werden möge.



Die vorstehende Skizze *C* stellt derartige Vorlegeklötze dar, die durch Querstangen mit einander zu verbinden sind und nur so hoch hinaufreichen dürfen, als die Bremsvorrichtungen dies gestatten. Von einer Seite wird die symmetrische Gestaltung der Klötze nach den punktirten Linien empfohlen.

Frage Nr. 21.

„Ist die gröfste nach §. 25 des Bahnpolizei-Reglements zulässige Geschwindigkeit von 5 Minuten pro Meile bei Schnellzügen, bezw. von 6 Minuten pro Meile bei Personenzügen, für gewisse Kategorieen von Locomotiven zu verbieten, resp. welche Fahrgeschwindigkeit ist für jede dieser Kategorieen als zulässig zu erachten?"

Der Vorsitzende macht zunächst Mittheilungen aus einem Briefe des Ingenieurs Robert F. Fairlie an die Redaction der Times (vom 13. October c.), worin auf die grofsen Gefahren hingewiesen wird, welche aus der übermäfsig gesteigerten Geschwindigkeit der Züge erwachsen; bei einer Geschwindigkeit von mehr als 50 englischen Meilen ($10^1/_2$ Preufsische Meilen) pro Stunde verliere der Locomotivführer selbst auf günstigen Bahnstrecken die nöthige Sicherheit in der Handhabung des Zuges. — In der Mainzer Locomotivführer-Conferenz ist sogar eine Maximalgeschwindigkeit von 9 Minuten ($6^2/_3$ Preufsische Meilen pro Stunde) befürwortet.

Die hieran geknüpfte Frage, ob die nach dem Bahnpolizei-Reglement zulässige Maximal-Geschwindigkeit von 5 Minuten pro Meile überall noch die erforderliche Sicherheit gewähre, wird von der Majorität mit Nein beantwortet und demgemäfs im Allgemeinen eine Herabsetzung der zulässigen Maximal-Geschwindigkeit auf 6 Minuten pro Meile empfohlen.

Die von der Subcommission vorgelegte Resolution wird in einigen Punkten modificirt und alsdann in folgender Fassung angenommen:

„Die für die einzelnen Locomotivkategorieen zulässigen Geschwindigkeiten sind abhängig von der Vertheilung der Last der Locomotive auf die Achsen, von der Stellung der letzteren, von dem Durchmesser der Treibräder und von einer guten Balancirung der Massen.

Für Locomotiven, die mit der Maximal-Geschwindigkeit von 6 Minuten pro Meile fahren sollen, wird ein Durchmesser der Treibräder von $1{,}_7$—2^m empfohlen, und es sind, entsprechend den Vorschriften im §. 164 der technischen Vereinbarungen, Maschinen mit Treibrädern von weniger als $1{,}_5{}^m$ Durchmesser für diese Geschwindigkeit nicht zulässig.

In Betreff des Radstandes und der Lastvertheilung bei Schnellzugs- und Personenzugs-Maschinen werden die von der Hamburger Techniker-Versammlung getroffenen Vereinbarungen als ausreichend erachtet.

Locomotiven, bei denen sämmtliche Achsen vor der Feuerbuchse liegen, dürfen, selbst wenn sie im Uebrigen den vorstehenden Bestimmungen genügen und einen Radstand von mindestens $3{,}_{45}{}^m$ haben, höchstens mit 8 Minuten Maximal-Geschwindigkeit pro Meile fahren. Dieselbe Geschwindigkeit ist für vierrädrige Locomotiven mit Rädern von mindestens $1{,}_5{}^m$ Durchmesser und einem Minimal-Radstande von $2{,}_5{}^m$ zulässig. Für die Locomotiven, welche nicht zu den vorstehend bezeichneten Kategorieen gehören, ist die Maximal-Geschwindigkeit auf höchstens 10 Minuten pro Meile festzusetzen."

Hierzu beschliefst die Versammlung noch, für leer gehende Maschinen sei insbesondere wegen ihres unruhigeren Ganges die zulässige Minimal-Fahrzeit pro Meile bei jeder einzelnen Kategorie um 2 Minuten zu erhöhen.

Ueber die Maschinen mit beweglichen Achsen weichen die Ansichten der Maschinen-Techniker mehrfach von einander ab. Während von einer Seite die Lage des Drehpunkts hinter der Vorderachse als gefährlich bezeichnet wird, wird von anderer Seite behauptet, dafs keine Gefahr vorhanden sei, sofern nur durch conische Druckauflager für richtige Wiedereinstellung der Achsen gesorgt werde.

Die Frage, ob Maschinen mit beweglichen Achsen von den Festsetzungen vorstehender Resolution überhaupt auszuschliefsen seien, wird von der Majorität verneint.

Eine ähnliche Debatte entspinnt sich in Betreff der dreifach gekuppelten Maschinen und führt endlich zu dem Beschlufs, es sei zu empfehlen, derartige Maschinen für Züge, die mit der Maximal-Geschwindigkeit bis zu 6 Minuten fahren, nicht zu verwenden.

Frage Nr. 22.

„Ist eine fortwährende Controle der Fahrgeschwindigkeit eines jeden Zuges durch selbstthätig registrirende Vorrichtungen als ein geeignetes Mittel zur Verhinderung einer vorschriftswidrigen Fahrgeschwindigkeit

Digitized by Google

anzusehen? Und welche derartige Vorrichtungen werden event. zur Anwendung empfohlen?"

Die hierauf bezügliche Resolution der Subcommission wird mit einer geringfügigen Abänderung in folgender Fassung allseitig angenommen:

„Die Controle der Fahrgeschwindigkeit der Züge durch selbstthätig registrirende Apparate wird als eine zweckmäfsige Einrichtung zur Erhöhung der Betriebssicherheit anerkannt. Die bis jetzt vorhandenen derartigen Vorrichtungen entsprechen jedoch den zu stellenden Anforderungen noch nicht vollständig, und es ist deshalb die Anstellung weiterer Versuche zu empfehlen. Es wird vorgeschlagen, die Construction eines Apparates, der die nachstehenden Bedingungen erfüllen mufs, zum Gegenstand einer Preisaufgabe zu machen:

1. Die an jeder Stelle der Bahn vorhanden gewesene Geschwindigkeit mufs ohne Rechnung oder Messung sofort abgelesen werden können.
2. Die Haltezeiten des Zuges auf den Stationen müssen genau registrirt werden.
3. Der Apparat mufs auch dem Locomotivführer die Fahrgeschwindigkeit jederzeit angeben."

Unter den besten der bisher benutzten derartigen Apparaten wird der von Weber und Sammann genannt.

Frage Nr. 23.

„Welche Anforderungen sind an Güterwagen zu stellen, welche zur Beförderung von Eilgut in Personen- oder Schnellzügen laufen sollen (§. 28 des Bahnpolizei-Reglements)? Ist für gewisse Kategorieen von Wagen die Einstellung an das Ende eines schnellfahrenden Zuges wegen der Gefahr ihrer Entgleisung zu untersagen?"

Die Versammlung macht auch hier die Resolution der Subcommission zu der ihrigen und erklärt demgemäfs:

„Aus Schnellzügen wie aus Personenzügen sind solche Wagen auszuschliefsen:

1. die weniger als 3^{m} Radstand haben;
2. die das Festverkuppeln mit den Nachbarwagen nicht gestatten;
3. achträdrige Wagen mit Drehgestellen;
4. Wagen mit Achsen unter 115^{mm} Stärke.

Weitergehende Forderungen sind auch an die am Ende eines schnellfahrenden Zuges laufenden Wagen nicht zu stellen."

Hierzu wird noch bemerkt, dafs ausländische (französische, belgische, schweizer) Wagen, welche auf deutsche Eisenbahnen übergegangen waren, mehrfach Entgleisungen veranlafst haben, dafs sich daher eine besonders sorgfältige Untersuchung derselben auf der Uebergangstation empfehle.

Die von dem Reichs-Eisenbahnamt hieran angeschlossene Frage:

„Ist es nicht wünschenswerth, für Courier- und Schnellzüge die Einstellung besonderer Eilgutwagen zu untersagen, event. die Einstellung nur eines Wagens zu gestatten?"

wird von der Versammlung dahin beantwortet, dafs beides nicht für zweckmäfsig erachtet werden könne, dafs es aber allerdings im Interesse der Betriebssicherheit liege, die Einstellung von Eilgutwagen in Courier- und Schnellzüge soviel als irgend thunlich zu beschränken resp. zu vermeiden.

Zu Frage Nr. 24

„Welche Mittel sind zur Verhütung der zahlreichen, beim Kuppeln der Fahrzeuge vorkommenden Unfälle zu empfehlen?"

giebt die Versammlung die Erklärung ab, es müsse vor allen Dingen dafür gesorgt werden, dafs dem damit betrauten Personal die Wege möglichst geebnet würden; es seien deshalb die Verbindungsstangen an den Weichen in angemessener Weise zu überdecken; statt der Markirpfähle zwischen den Geleisen seien Markirzeichen anzubringen, welche die freie Bewegung nicht behindern; ferner seien die Bahnhöfe gut zu beleuchten.

Es wird dann hervorgehoben, dafs das Einhängen der Nothketten die Kuppler nöthige, länger zwischen den Wagen zu verweilen, als zweckmäfsig sei; dafs diese Ketten beim Reifsen der Hauptkuppelung in Folge des plötzlichen Anziehens in der Regel auch zerrissen und dafs alsdann durch das Nachschleifen des längeren abgerissenen Theils neue Unfälle veranlafst werden könnten; dafs endlich durch den Wegfall der Nothketten die Lösung der bereits ausgeschriebenen Preisaufgabe, betreffend das Kuppeln der Wagen, ohne zwischen dieselben treten zu müssen, wesentlich erleichtert werde.

Auf Grund dieser Erwägungen spricht sich die Versammlung einstimmig dafür aus, dafs von dem Einhängen der Nothketten Abstand zu nehmen sei.

Es wird dabei als selbstverständlich angenommen, dafs an jedem Wagen Reserveketten vorhanden sein müssen, um eine gerissene Kuppelung ersetzen zu können.

Frage Nr. 25.

„Welche Bedenken sind der allgemeinen Einführung der an den Giebelseiten übergekragten Wagendächer entgegenzustellen, welche zur Verringerung der Gefahr beim Uebertreten von einem zum andern Dache auf der V. Versammlung der Techniker Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen empfohlen worden sind?"

Dazu wird bemerkt, dafs die vortretenden Theile an den Giebelseiten der Wagen bei etwaigen Zusammenstöfsen nachtheilige Wirkungen äufsern könnten, und dafs die Ueberkragung der Wagendächer bei Wagen mit Schaffnersitzen überhaupt nicht durchzuführen sei.

Die Versammlung glaubt nicht in der Lage zu sein, die in Rede stehende Einrichtung empfehlen zu können.

Von den nun folgenden, auf den Betriebsdienst bezüglichen Fragen lautet die erste, Nr. 26 des Fragebogens:

„Ist anzunehmen, dafs die vorgekommenen Unfälle ihre Ursache zum Theil in einer ungenügenden Vorbildung des betreffenden Beamtenpersonals haben? Event. welche Aenderungen in dem Ausbildungsgange desselben erscheinen geboten?"

Hierzu wird der Antrag gestellt, es möge für die Ausbildung sowohl des Stations- und Zugpersonals als auch des Bahnunterhaltungs-Personals jedenfalls mehr als bisher geschehen; namentlich möge eine bessere Vorbildung der Locomotivführer und Heizer durch Errichtung geeigneter Lehrinstitute angestrebt werden. Bezüglich der Bremser erscheine es rathsam, dieselben vor Verwendung in diesem wichtigen Dienstzweige einige Monate in einer Werkstätte zu beschäf-

Digitized by Google

tigen und demnächst erst noch einem Wagenmeister eine Zeitlang zur Anlernung beizugeben.

Es wurde hinzugefügt, dafs hier und da die Qualität bei einigen Beamten-Kategorieen allerdings abgenommen habe; der Grund hiervon liege hauptsächlich in den Zeitverhältnissen, da der Bedarf in solchem Maafse gestiegen sei, dafs derselbe durch gut geschulte Beamte unmöglich überall schnell genug habe gedeckt werden können, zumal durch die gröfseren industriellen Unternehmungen ein erheblicher Theil der bei den Bahnen ausgebildeten tüchtigeren Beamten dem Eisenbahndienst entzogen worden sei. Voraussichtlich würden diese Uebelstände in der nächsten Zeit von selbst abnehmen; die Etablirung von Vorbildungsschulen nicht nur für die Expeditions- und Büreaubeamten, sondern auch für die Beamten des äufseren Dienstes sei mehrseitig in Aussicht genommen; die Rheinische Eisenbahn-Gesellschaft habe mit der Herstellung derartiger Schulen in Nippes bei Cöln bereits den Anfang gemacht.

Von mehreren Seiten wird die Einführung von Prüfungen für die Beamten aller Kategorieen befürwortet, wobei allerdings nicht sowohl auf rein wissenschaftliche, als vielmehr auf die gerade für den betreffenden Dienstzweig angemessene Vorbildung Werth zu legen sei.

Die Versammlung spricht ihre Ansicht dahin aus, dafs auf thunlichste Aus- und Vorbildung bei allen Beamtenklassen hinzuwirken und entsprechende Prüfungen obligatorisch einzuführen seien.

Frage Nr. 27.

„Inwieweit erscheint die Annahme gerechtfertigt, dafs eine Ueberbürdung des Beamtenpersonals im äufseren Betriebsdienst zu den Unfällen beigetragen habe? Und lassen sich bestimmte Normen in Bezug auf die Maximaldauer der täglichen Dienstzeit und die erforderlichen Ruhepausen für die Beamten der einzelnen Dienstzweige aus den vorliegenden Erfahrungen herleiten?“

In Betreff des ersten Theils der Frage wird zugegeben, dafs in manchen Fällen eine Ueberbürdung des Beamtenpersonals zur Unsicherheit im Betriebe beigetragen haben möge. Nach Mittheilung des Vorsitzenden sind in dieser Beziehung bereits die nöthigen Erhebungen gemacht, auf Grund deren eine angemessene Festsetzung der regelmäfsigen Arbeitszeit veranlafst sei.

In Betreff der zweiten Frage herrscht völliges Einverständnifs darüber, dafs sich bestimmte, unter allen Umständen einzuhaltende Normen für die Maximaldauer des täglichen Dienstes überhaupt nicht feststellen lassen, da sonst den mannigfachen und wechselvollen Ansprüchen, die an den Eisenbahnbetrieb gestellt würden, nicht in der erforderlichen Weise genügt werden könnte. Die Besprechung ergiebt, dafs bei den meisten Verwaltungen die Regel festgehalten wird, auf eine Dienstleistung eine Ruhepause von mindestens gleicher Dauer folgen zu lassen; übrigens werde von den Beamten nicht selten der Wunsch ausgesprochen, je zwei Dienstleistungen unmittelbar hinter einander abmachen zu dürfen, um dadurch eine für ihre Privatzwecke besser auszunutzende Ruhepause von doppelter Dauer zu gewinnen.

Der Beschlufs der Versammlung geht dahin, dafs bei der Disposition über die Verwendung der Beamten unbedingt daran festzuhalten sei, dafs eine Ueberschreitung der Leistungsfähigkeit nicht stattfinden dürfe; eine Cumulirung der Dienstleistungen in der erwähnten Weise sei auszuschliefsen.

Frage Nr. 28.

„Erscheint es erforderlich, in der Verwendung von Arbeitern zu gewissen, mit Verantwortlichkeit verbundenen Dienstverrichtungen Beschränkungen der bisher üblichen Praxis eintreten zu lassen?“

Von mehreren Seiten wird befürwortet, die Führer der mit der Bahnunterhaltung beauftragten Rotten zu Beamten zu machen. Von anderer Seite wird die ausgesprochene Qualification als Beamte für gewisse Dienstzweige für weniger wesentlich erachtet, als die Gewährung einer Pensionsberechtigung, durch welche das betreffende Personal an die Bahnverwaltung fester gebunden wird. Ausnahmsweise Indienststellung von Arbeitern, die nicht Beamte seien, bei Vertretungen etc. sei unvermeidlich.

Die Versammlung entscheidet sich dahin, dafs das für den regelmäfsigen Dienstturnus erforderliche Personal durchweg in der Eigenschaft von Beamten anzustellen sei.

Frage Nr. 29.

„Empfiehlt es sich, bei den unteren Beamten das Interesse für den Dienst und namentlich für die Entdeckung betriebsgefährlicher Schäden an dem Oberbau oder den Betriebsmitteln durch Aussetzen von Prämien anzuregen? Und darf die Ertheilung von Prämien an das Zugpersonal und insbesondere die Locomotivführer für die pünktliche Beförderung der Züge als zulässig gelten?“

Der erste Theil der Frage wird von der Versammlung einstimmig bejaht, nachdem daraus auf Antrag die Worte „bei den unteren Beamten“ gestrichen sind.

Den zweiten Theil beantwortet die Versammlung dahin, dafs die Prämien-Ertheilung für die pünktliche Beförderung der Züge mit Rücksicht auf die Versuchung zur Ueberschreitung der zulässigen Fahrgeschwindigkeit bei Zugverspätungen als bedenklich zu erachten und daher zu vermeiden sei.

Beiläufig wird hierzu bemerkt, dafs die Ertheilung von Prämien überhaupt nur da am Platze erscheine, wo eine Pflichterfüllung in hervorragender Weise über das gewöhnliche Maafs hinaus vorliege.

Frage Nr. 30.

„Gestatten die bestehenden Fahrpläne bei Innehaltung der vorgeschriebenen Maximalgeschwindigkeit durchweg die für die Sicherheit unentbehrliche Regelmäfsigkeit des Betriebes? Event. welche principiellen Aenderungen erscheinen erforderlich?“

Zuvörderst wird die bisher übliche Art der Zeitberechnung zur Festsetzung der Fahrpläne, wobei zu der aus der normalen Geschwindigkeit und der Stationsentfernung berechneten Fahrzeit gewisse Zuschläge für die An- und Abfahrt addirt werden, von der Versammlung als eine geeignete und auch ferner festzuhaltende Methode anerkannt, wobei davon ausgegangen wird, dafs bei der Bemessung jener Zuschläge auf die localen Verhältnisse sachgemäfse Rücksicht zu nehmen sei.

Ferner erklärt die Versammlung, dafs die fahrplanmäfsige Beförderung der Personenzüge durch die Mitführung der Postpäckereien in Folge verlängerten Aufenthalts auf den Stationen resp. in Folge Verhinderung einer Abkür-

Digitized by Google

zung des fahrplanmäßigen Aufenthalts bei Verspätungen erfahrungsmäfsig vielfach beeinträchtigt werde, was eine Verminderung der Betriebssicherheit zur Folge habe, und dafs Maafsnahmen zur Abhilfe geboten erscheinen. Ein vorzugsweise geeignetes Mittel hierzu wird in der Ueberweisung der Postpäckereien auf besondere, Personen nicht befördernde Züge (Eilgüterzüge, Verbandsgüterzüge etc.) gefunden.

Ebenso spricht sich die Versammlung dafür aus, dafs durch thunlichste Fernhaltung des Eilgutverkehrs, sowie durch Ausschliefsung gröfserer Viehtransporte von den Personenzügen eine gröfsere Regelmäfsigkeit und Sicherheit des Betriebes anzustreben sei.

Seitens des Reichs-Eisenbahnamtes ist hierzu die Frage gestellt:

„Dürfte es thunlich sein, Bewegungen von Zügen oder einzelnen Zugtheilen auf den Hauptgeleisen auch der Bahnhöfe unbedingt (ohne Ausnahme) bis auf 15 Minuten vor Ankunft von Courier- und Schnellzügen zu beschränken? Event. vorbehaltlich der Genehmigung von Ausnahmen für einzelne Bahnhöfe durch die Aufsichtsbehörde?“

Hiergegen wird geltend gemacht, dafs es nicht nothwendig, vielmehr geradezu bedenklich erscheine, den Gang der Züge durch ein solches Zeitmaafs zu beschränken, wo bereits ein Raummaafs, die Stationsdistance, vorgeschrieben sei. Bei den zahlreichen Anschlufsstationen, wo die Züge wegen des Uebergangsverkehrs oft fast gleichzeitig eintreffen müfsten, würden anderenfalls grofse Hemmnisse für den Verkehr herbeigeführt werden.

Dem entsprechend wird die Frage in ihren beiden Theilen verneinend beantwortet.

Da die Frage Nr. 31 bereits mit der Frage Nr. 12 zusammen behandelt ist, wird zu der Frage Nr. 32 übergegangen:

„Erscheint es im Interesse der Sicherheit des Betriebes erforderlich resp. zulässig, für die Züge der verschiedenen Kategorieen bestimmte Maximalstärken vorzuschreiben?“

Im Zusammenhange damit wird die von dem Reichs-Eisenbahnamte gestellte Frage in die Discussion gezogen, nämlich:

„Dürfte nicht die Beförderung von Express-, Courier- und Schnellzügen durch 2 Maschinen für betriebsgefährlich zu erachten und deshalb zu untersagen sein?“

Es werden zunächst zwei Anträge gestellt und von der Versammlung angenommen:

1. Es möge als Grundsatz festgehalten werden, dafs die Zugstärke zur Leistungsfähigkeit der Maschine in richtigem Verhältnifs stehen müsse;

2. Es dürfe durch das Gewicht der Züge bei Berücksichtigung der Neigungsverhältnisse der Bahn die Sicherheit der Kuppelungen auf keinen Fall gefährdet werden.

Es wird dann betont, dafs hauptsächlich die übergrofse Länge der Züge Gefahren für den Betrieb mit sich bringe, aber freilich bei dem augenblicklichen, vorzugsweise aus der unzureichenden Zahl von Maschinen-Bau-Anstalten entstandenen Mangel an Maschinen nicht immer ganz zu vermeiden sei. Die Versammlung empfiehlt demgemäfs, nicht allein die Länge der Schnell- und Courierzüge, sondern auch und insbesondere der Güterzüge thunlichst zu reduciren und für letztere vorläufig auch unter den günstigsten Verhältnissen 150 Achsen als Maximum anzunehmen. Das Vorlegen zweier Locomotiven vor einen Zug ganz zu verbieten, hält die Versammlung nicht für angezeigt, erklärt es aber für empfehlenswerth, auch die Stärke der Güterzüge nicht gröfser zu bemessen, als dafs sie von einer Maschine befördert werden können, was jedoch die Anwendung von Vorspann-Maschinen auf einzelnen Bahnstrecken nicht ausschliefse.

In Betreff der vom Reichs-Eisenbahnamt aufserdem noch gestellten Frage:

„Ist die Anbringung einer zweckmäfsigeren Signalleine wie die gegenwärtig gebräuchliche bei Personenzügen nicht wünschenswerth?“

spricht sich die Versammlung dafür aus, dafs die zur Zeit in gröfserem Maafsstabe stattfindenden Versuche behufs Verbesserung der Communicationsmittel zwischen den Passagieren und dem Zugpersonal fortgesetzt werden möchten.

Nachdem hiermit die auf dem Fragebogen enthaltenen Fragen erledigt sind, theilt der Vorsitzende noch einige aus der Mitte der Versammlung gestellte Anträge mit. Der erste derselben lautet:

„Das Betreten der Wartesäle und Perrons durch das Publikum soll von dem Besitz eines Fahr- oder eines Zutrittbillets abhängig sein.“

Es wird darauf hingewiesen, dafs durch den grofsen Andrang des Publikums zu den Wartesälen und Perrons die für die Stationsbeamten durchaus nothwendige Uebersicht verloren gehe resp. die Ordnung und Expedition der Züge erschwert werde, was notorisch zu Unregelmäfsigkeiten in dem Betriebe führe und sonach die Sicherheit des Betriebes beeinträchtige. Durch Einführung käuflicher Zutrittsbillets werde dem Publikum für besondere Fälle die Möglichkeit geboten, die Reisenden bis zu dem Zuge zu begleiten oder an demselben zu empfangen. In Oesterreich, Frankreich etc. habe sich dies schon lange als ein sehr geeignetes Mittel zur Erhöhung der Betriebssicherheit bewährt. Der Antrag wird einstimmig angenommen.

Ferner wird folgende Resolution zur Vorlage gebracht:

„Auch in der Verminderung der Zahl der Wagenklassen in den Zügen wird ein Mittel zur Erleichterung der Züge, zur Vereinfachung des Dienstes und sonach zur Erhöhung der pünktlichen und sicheren Beförderung gefunden.“

Die Versammlung tritt dieser Resolution bei und empfiehlt, auf Formirung der Züge in diesem Sinne hinzuwirken.

Ebenso stimmt die Versammlung für den Antrag, das Coupiren der Billets während der Fahrt von den Trittbrettern aus als gefährlich abzuschaffen.

Die ferner angeregte Frage, ob weit spannende Barrièren mit beweglichen Mittelstützen als gefährlich von der Anwendung ganz auszuschliefsen seien, wird von der Versammlung verneint.

Hierauf richtet der Referent der Subcommission im Namen der letzteren die Bitte an die Versammlung, es möge von allen Seiten nach Kräften darauf hingewirkt werden, dafs die wichtigen Beschlüsse betreffs der Sicherung der Weichen möglichst bald zur Ausführung gelangten.

Der Vorsitzende dankt hierauf der Versammlung für das lebhafte Interesse und die grofse Hingebung, womit sie sich in viertägiger anstrengender Sitzung den Berathungen gewidmet habe, und spricht die Hoffnung aus, dafs jeder an sei-

Digitized by Google

nem Platze mit aller Kraft für die Verwirklichung der Beschlüsse wirken werde. Die Versammlung werde die Ueberzeugung gewonnen haben, dafs bei den redlichsten Bestrebungen des Einzelnen es doch in allen praktischen, das Allgemeininteresse berührenden Dingen eines gegenseitigen Austausches der Ansichten bedürfe, um einem gemeinsamen raschen Fortschritte die Wege zu ebenen. An jenen Bestrebungen sei im vorliegenden Falle nicht gezweifelt, und dafs sie wirklich vorhanden, hätten die Erörterungen in der Conferenz glänzend documentirt; Zweck der Versammlung sei aber gewesen, den raschen Fortschritt noch mehr zu fördern, und dies sei nach den empfangenen Eindrücken erreicht.

Nachdem noch aus der Mitte der Versammlung dem Vorsitzenden der Dank für die Leitung der Verhandlungen ausgesprochen ist, wird die Sitzung geschlossen.

Hagensche Stipendien-Stiftung. Nachricht für 1873.

Stiftungs-Capital. Dasselbe hat im Jahre 1873 eine Zuwendung von 10 Thlr. dadurch erfahren, dafs ein Mitglied des Architekten-Vereins den Preis für das beste Festlied zum Schinkelfeste zum Besten hülfsbedürftiger Studirender der Baukunst bestimmt hat. Das Capital hat sich ferner durch Verkauf consolidirter Anleihen etc. und Erwerb eines Hypotheken-Documents von 9070 Thlr incl. 20 Thlr. Zuwendungen in 1871 und 1873 auf 9550 Thlr. erhöht.

Verwendung der Zinsen. 450 Thlr. sind an mehrere Studirende in Vierteljahrs-Raten zu 50 Thlr. statutenmäfsig gezahlt.

Mittheilungen aus Vereinen.

Architekten-Verein zu Berlin.

Preis-Aufgaben zum Schinkelfest am 13. März 1875.

(Mit Zeichnungen auf Blatt H im Text.)

Des hochseligen Königs Friedrich Wilhelm IV. Majestät haben durch Allerhöchste Ordre vom 18. Februar 1856 zum Zwecke und unter Beding einer Kunst- resp. bauwissenschaftlichen Reise zwei Preise von je 100 Stück Friedrichsd'or für die besten Lösungen der vom Architekten-Verein seinen Mitgliedern zum Geburtstage Schinkels zu stellenden zwei Preis-Aufgaben, die eine aus dem Gebiete des Land- und Schönbaues, die andere aus dem Gebiete des Wasser-, Eisenbahn- und Maschinenbaues, zu bewilligen geruht. Denjenigen, welchen die Baumeister-Prüfung noch bevorsteht, wird die auf jene Reise verwendete Zeit als Studienzeit in Anrechnung gebracht.

In Folge dieser Allerhöchsten Ordre hat der Architekten-Verein für das Jahr 1875 folgende Aufgaben gestellt:

I. Aus dem Gebiete des Landbaues.

Entwurf zu einer grofsen Landesbibliothek in der Residenz.

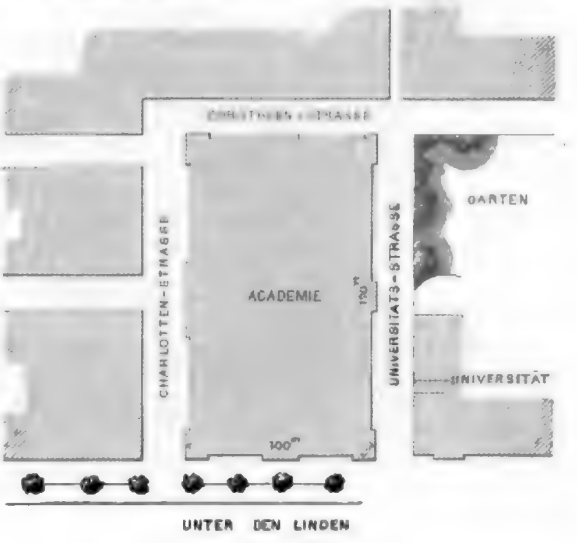
Den Bauplatz bildet das Rechteck, welches von der Charlotten-, Dorotheen-, Universitätsstrafse und Unter den Linden begrenzt wird. Behufs nothwendiger Verbreiterung der Universitätsstrafse wird von dem gegebenen Terrain so viel abgeschnitten, dafs ein Oblong von 100^{m} Breite und 170^{m} Tiefe entsteht.

Dieser Bauplatz soll derartig bebaut werden, dafs von der an der Strafse Unter den Linden zu errichtenden Hauptfront ab so viel Terrain der Tiefe nach verbraucht wird, als das aufgestellte Programm erfordern wird.

Der übrige nach der Dorotheenstrafse belegene Theil bleibt für spätere Erweiterungen des Baues vorbehalten und wird vorläufig mit Gartenanlagen geschmückt.

Die Bibliothek, welche auf 100 Jahre ausreichen soll, mufs $2^{1}/_{2}$ Millionen Bände umfassen und aufser einem Museum für die geschichtliche Entwickelung der Schriftarten noch die Sammlungen seltener Bücher, der Handschriften, eine musikalische und eine kartographische Abtheilung aufnehmen können.

Die Anordnung bei Aufstellung der Bücher wird zwar nach systematischer Eintheilung erfolgen, doch hat die Festhaltung dieses Gesichtspunktes keinen besonderen Einfluss auf den Bau. Nur für etwaige in sich geschlossene oder geschenkte Büchersammlungen mögen einige kleine Nebenräume reservirt werden.



17*

Digitized by Google

Die Herablangung von Büchern von ihrer Stelle soll ohne Zuhilfenahme von Leitern möglich sein, deshalb erhalten die Repositorien nur eine Höhe von $2{,}_{0}$ m in max. Je 100 Bände füllen den Raum von 1 m Quadrat der Repositorien-Ansichtsfläche.

Die Repositorien sollen nahe gerückt in Etagen übereinander aufgestellt werden und für jede Etage Galerien-Gänge zwischen sich tragen, welche für den Lichteinfall nach unten zu durchbrechen sind. Die Naherückung soll jedoch nicht das Maafs überschreiten, welches genügen wird, um den bequemen Zugang und den Transport der Bücher zu gestatten. Um das Lesen von Büchern an Ort und Stelle für die bevorzugte gelehrte Welt zu ermöglichen, sollen häufig bequeme Plätze innerhalb der Repositorienstellung resp. in ihrer nächsten Nähe angeordnet werden, welche das vergleichende Studium der Bücher in zweckmäfsiger Weise erlauben.

Von dem Bestande an Büchern ist ein grofser Theil, etwa die Hälfte, als der am meisten benutzte, möglichst nahe zu vereinen, um den Betrieb in der Bibliothek nicht durch zu weite Wege zu erschweren. Der Rest der Sammlung, der seltener benutzt wird, wie Zeitungen, Parlamentsberichte, Literaturen etc., kann, sofern die bauliche Entwickelung des Projectes dies wünschenswerth macht, dem Mittelpunkt des Bibliothekverkehrs entfernter aufgestellt werden.

Zur gröfseren Sicherheit sind die Abtheilungen der Handschriften und seltenen Bücher in besonders abgeschlossene Theile des Projects zu verlegen.

Das Gebäude ist sowohl in den Wänden, Stützen, Decken und Dächern, als auch in den Repositorienanlagen, Galerien u. s. w. durchaus feuersicher zu construiren. Die Beleuchtung kann von oben und von den Seiten gewählt werden, wobei eine gute Beleuchtung der Büchertitel eine wesentliche Forderung ist. Hebevorrichtungen für die Bücher nach den höheren Etagen werden gefordert. Die Bibliotheksräume sind heizbar zu machen und ist die generelle Disposition der Heizung anzugeben.

Da die Bibliothek täglich von dem Publikum benutzt werden soll, so sind 400 bis 500 ca. $1{,}_{30}$ m breite Sitzplätze mit den bequemsten Einrichtungen zum Aufstellen der Bücher beim Lesen und zu ihrer Sicherung gegen das Beschmutzen beim Gebrauch von Dinte und Feder anzuordnen. Die nothwendige Ueberwachung der Leser erfordert die Aufstellung von 3 bis 4 Kathedern für die controlirenden Custoden. Aufserdem ist ein besonderer mit Regalen umstellter Raum zum Aufenthalt der Diener erforderlich, welche das Ausliefern und Zurücknehmen der bestellten Bücher besorgen. Das Lesen soll ungestört vom Verkehr der Ab- und Zugehenden möglich sein und ist hierauf bei der Stellung der Tische und der Anordnung der Gänge zu achten. Gleichzeitig sind für das Studium grofser Kupferwerke innerhalb des Lesesaals 30 Plätze an besonderen Tischen anzuordnen.

Für die Besichtigung der künstlerisch ausgestatteten Handschriften, sowie zur Anordnung einer historischen Schriftwerksammlung ist ein dem gröfseren Publikum zugänglich zu machender Museumssaal, der die betreffenden Werke in Schaukästen auszubreiten gestattet, anzulegen.

Das Journalzimmer, welches etwas entfernter liegen kann, soll Platz für 100 bis 150 Personen bieten und durch 2 Custoden überwacht werden. Das Auslegen der Journale erfolgt auf offenen Repositorien, die neueren Nummern offen, die älteren in verschlossenen Schränken.

Das Bücher suchende Publikum soll zur Erreichung seines Zwecks mit den Custoden der Bibliothek (20 an der Zahl) in Berührung treten können. Der Saal, in welchem diese Custoden ihre Arbeitsstellen haben, soll gewissermaafsen der Mittelpunkt der ganzen Anlage sein, um welchen sich die Büchersammlung ordnet. Deshalb mufs dieser Saal, neben einer ansehnlichen Handbibliothek zum Nachschlagen, die für die Beamten leicht erreichbaren Hauptcataloge enthalten, während ein zweites Exemplar der betreffenden Hauptcataloge in einem anderen von zwei Beamten überwachten gröfseren Raume, dessen Wände mit Catalogsregalen zu umstellen und in der Mitte mit Tischen und Sitzplätzen zu versehen sind, dem Publikum zur bequemen Benutzung zugänglich gemacht wird.

Der Custodensaal ist mit den Räumen für Bücher-Ausgabe und Einnahme zur Erzielung einer leichteren Verwaltung der Bibliothek so nahe als möglich zu verbinden.

Für das Auslegen aller neubeschafften, besonders der in Lieferungen oder Heften erscheinenden, vorläufig ungebunden bleibenden Bücher an die gelehrte Welt ist ein entsprechender, das Journalzimmer wenigstens um das Doppelte überschreitender Raum erforderlich; desgleichen kleine Zimmer für besondere Studienzwecke in den Nebenabtheilungen der seltenen Bücher, der Handschriften, der Musikalien und Karten.

Im entfernteren Anschlufs an den Custodensaal wird ein Warte- und Empfangszimmer für den Oberbibliothekar, sowie in möglichster Nähe des Lesezimmers eine grofse, für mehrere hundert Personen genügende Garderobe anzulegen sein. Einige Nebenräume für die Custoden, den Secretair, die Registratur können hinzugefügt werden. Gut beleuchtete und gelüftete Closets in entsprechender Zahl und Lage sind nothwendig.

Der Secretair, der Castellan, 2 Hausdiener und 2 Portiers erhalten Dienstwohnungen. Auch ist eine geräumige Buchbinderei für 10 Gehilfen anzulegen, sowie Magazin- und Materialienräume.

Die Dienstwohnungen und die darauf folgenden Räume sollen in den ca. 5 m hohen Unterbau gebracht werden, welcher nöthig sein wird, um die Büchersammlung vor allen Einflüssen des Terrains zu sichern.

Die Bibliothek erhält nur einen dem Publikum geöffneten Haupteingang; weitere untergeordnete Eingänge sollen nur für Dienst- resp. zu Sicherheitszwecken dienen.

Das Vestibül, die Treppenaufgänge, die Vorsäle, der Lesesaal, das Museum, die Sammlung der seltenen Bücher und der Handschriften sind in künstlerischer Weise decorativ auszustatten.

Das Gebäude soll als Terracottabau unter Anwendung von Sandstein entworfen werden.

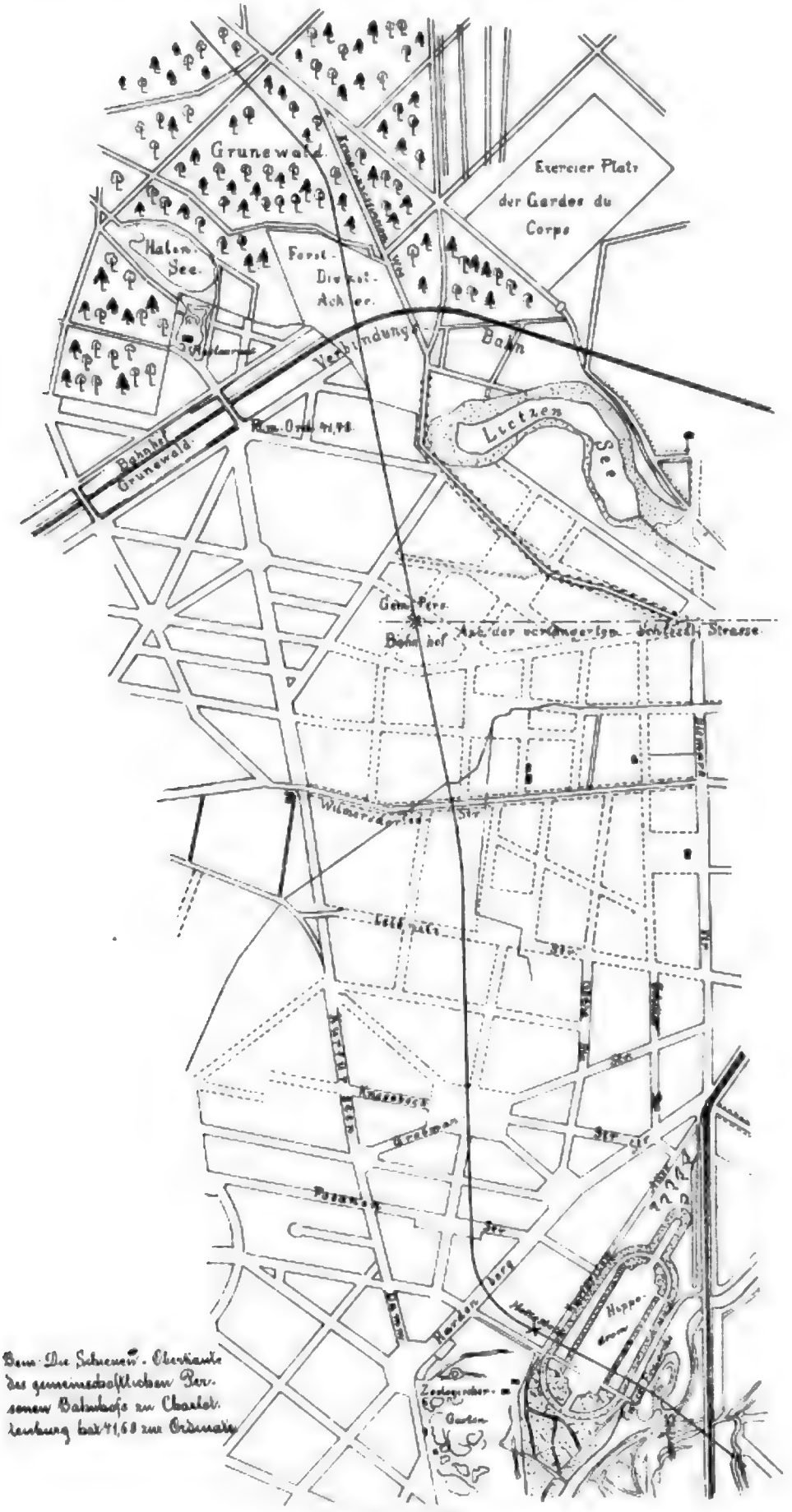
Angabe der geforderten Räume.

a. Verwaltungsräume:

2 Arbeitszimmer für den Oberbibliothekar à	50 □ m
1 Vorzimmer	25 □ m
4 Erholungs- etc. Zimmer für die Custoden à	25 □ m
1 Zimmer für den Secretair	25 □ m

Digitized by Google

Zu den Preisaufgaben für das Schinkelfest am 13 März 1875.



Dem Die Schienen-Oberkante des gemeinschaftlichen Personen Bahnhofs zu Charlottenburg hat 41,68 zur Ordinate.

Digitized by Google

1 Sitzungszimmer	50 □ᵐ
1 Registratur	50 □ᵐ

b. Räume für Bibliothekszwecke:

1 Custodensaal	200 □ᵐ
1 Ausgabesaal	100 □ᵐ
1 Catalogsaal	150 □ᵐ
1 Lesesaal	2000 □ᵐ
1 Saal für Journale	500 □ᵐ
1 Saal für die Auslage der neubeschafften Bücher	ca. 200 □ᵐ
Räume für die Abtheilung der seltenen Bücher und des Museums für Schriftwerke	ca. 500 □ᵐ
Räume für die Abtheilung der Handschriften	ca. 500 □ᵐ
Räume für die musikalische Abtheilung	ca. 1000 □ᵐ
Räume für die kartographische Abtheilung	ca. 1000 □ᵐ
Räume für geschlossene, der Bibliothek geschenkte Büchersammlungen	ca. 1000 □ᵐ

Endlich Räume für den Hauptstock der Büchersammlung, nach Angabe des Maafses von 100 Bänden pro □ᵐ Repositorien-Ansichtsfläche zu bestimmen.

c. Dienstwohnungen:

1 Wohnung für den Secretair, bestehend aus 6 Piecen	300 □ᵐ
1 Wohnung für den Castellan, bestehend aus 4 Piecen	200 □ᵐ
2 bis 3 Wohnungen für die Hausdiener, jede bestehend aus 4 Piecen	180 □ᵐ
2 Wohnungen für 2 Portiers, jede bestehend aus 3 Piecen	150 □ᵐ

d. Neben- und Vorräume:

Räume für die Buchbinderei, zusammen	300 □ᵐ

Magazin, Materialienräume, Vestibül, Treppenräume, Vorsäle, Garderoben (darunter die grofse für den Lesesaal und das Journalzimmer), Closets etc.

An Zeichnungen werden verlangt:

1) die Grunrisse des Hauses im Maafsstabe von 1 : 200,
2) zwei Durchschnitte im Maafsstabe von 1 : 150,
3) drei Façaden im Maafsstabe von 1 : 150,
4) ein decorativ ausgestatteter Raum des Hauses im Maafsstabe von 1 : 50,
5) ein Detailblatt der Façaden,
6) eine äufsere Perspective.

An Schriftstücken wird verlangt:

ein detaillirter Erläuterungsbericht. —

II. Aus dem Gebiete des Ingenieurwesens.

Entwurf zu einem Theil der Berliner Stadtbahn.

(Hierzu der Situationsplan auf Blatt H.)

Die Berliner Stadtbahn überschneidet, wie auf dem Plane (Bl. H.) dargestellt, die Berlin-Charlottenburger Chaussee, überschreitet den neuen Canal am Unterhaupt der Schleuse, überbrückt daselbst den Freiarchengraben, erhält am Zoologischen Garten eine Haltestelle und führt auf Viaduct zum Endbahnhofe auf der Südseite Charlottenburgs.

Die Stadtbahn erhält 4 Geleise, von denen 2 für den anschliefslichen Lokalverkehr der eigentlichen Stadtbahn und 2 für den vom Osten nach Westen resp. vom Westen nach Osten durchgehenden Verkehr der daselbst anschliefsenden Hauptbahnen bestimmt sind.

Es ist Aufgabe, den Theil dieser Bahn vom Anschlufs an die Berliner Gürtelbahn bis zum Uebergang über die Berlin-Charlottenburger Chaussee im Project darzustellen und zwar unter Berücksichtigung der nachstehenden Bedingungen:

1) Die Bahn liegt durchgehends auf Viaduct und die Bahnhöfe werden Etagenbahnhöfe. Die Schienenoberkante des gemeinschaftlichen Personenbahnhofes Charlottenburg liegt $41{,}_{65}$ ᵐ Amst. Pegel, die des Bahnhofes Grunewald der Gürtelbahn $41{,}_{98}$ ᵐ.
2) Der Endbahnhof Charlottenburg, nur für einen Personenverkehr bestimmt:
   a. mufs Reisende mit Gepäck für die weiterführenden Hauptbahnen aufnehmen können; die Perrons sind zu überdecken und zugänglich zu machen, ohne dafs ein Ueberschreiten der Geleise erforderlich wird. Die Vestibüle und Warteräume für das Publikum und die Betriebs- und Expeditionslokalitäten sowohl für die Bahn- wie für die Postverwaltung sind im Erdgeschofs anzuordnen, die Billet- resp. Gepäcklokalitäten für die durchgehenden Züge von denen für den Lokalverkehr zu trennen, bei letzterem wird eine Controle vor Betreten des Perrons beabsichtigt;
   b. aufser den 4 Geleisen der Stadtbahn sind in demselben noch weitere 4 Geleise zu disponiren für die daselbst anschliefsenden Bahnen und zwar für die Verbindungen
      α. nach den Bahnhöfen Grunewald und Charlottenburg der Berliner Gürtelbahn und für die Anschlüsse
      β. der Berlin-Wannsee-Potsdamer-,
      γ. der Berlin-Lehrter- und
      δ. der Berlin-Hamburger Bahn.

      2 Geleise der Berliner Stadtbahn setzen sich unmittelbar fort und führen aufserhalb der Gürtelbahn zum Rangirbahnhof im Grunewald und weiter nach Potsdam resp. Wetzlar. Die 2 Geleise für den Lokalverkehr der Stadtbahn liegen auf der Südseite und die Personengeleise der Gürtelbahn auf der inneren Seite der letzteren; die Anschlufsgeleise α und β sind so anzuordnen, dafs sowohl ein Anfahren an die Perrons der Stadtbahn, wie ein directes Einfahren in die für den Lokalverkehr bestimmten Geleise derselben möglich wird; die Anschlufsgeleise γ und δ müssen mit den Durchgangsgeleisen der Stadtbahn in directer Verbindung stehen. Die Anschlufsgeleise β müssen ebenfalls auch direct in diese Durchgangsgeleise der Stadtbahn eingeführt werden können. Die Anschlüsse β, γ und δ dürfen die Gürtelbahn nicht im Niveau kreuzen.

Digitized by Google

c. In bequemer Verbindung mit dem Bahnhofe ist der Betriebsbahnhof anzuordnen zur Aufnahme für die Dienst thuenden und Reservemaschinen und zur Aufstellung von Personenzügen resp. der Personenwagen.

Für den Betrieb ist angenommen, dafs für den Lokalverkehr der Stadt zwischen Charlottenburg und dem östlichen Endpunkte (Rummelsburg) in jeder Richtung täglich von 6 Uhr Morgens bis 11 Uhr Abends in Intervallen von durchschnittlich 15 Minuten je ein Zug von 16 Personenachsen abgelassen werde und von diesen Zügen mit Intervallen von 30 Minuten Züge an die Ringbahnzüge resp. an die Lokalzüge nach Potsdam anschliefsen, eventuell über diese Bahnen weiter laufen. Fernerhin sind auf diesem Betriebsbahnhofe die formirten Züge aufzustellen, welche zu Charlottenburg originiren und demnächst über die Stadtbahn nach dem Osten resp. zur Ostbahn und Niederschlesisch-Märkischen Bahn weitergehen, d. h. die Schnell- und Courierzüge dieser Bahnen. Für die Länge je eines dieser Züge sind 24 Personenachsen zu rechnen und sollen diese Züge bis zum Anschlufs an diese Bahnen mit besonderen Locomotiven der Stadtbahn befördert werden.

Nach den vorstehenden Annahmen ist die Gröfse des Betriebsbahnhofes, der Locomotivschuppen und zugehörigen Anlagen, sowie der Aufstellungsgeleise der Personenzüge und Reservewagen und der Revisionsschuppen etc. zu bemessen.

3) Die Haltestelle: Zoologischer Garten. Dieselbe ist nur für den Lokalverkehr bestimmt und erfordert daher nur für diesen Verkehr überdeckte Perrons; die Warteräume für das Publikum, sowie die Billetausgaben liegen ebenfalls im Erdgeschofs; die Zugänglichkeit der Perrons mufs ohne Ueberschreiten von Geleisen stattfinden. Weichenverbindungen der Geleise sind nicht statthaft.

4) Die zwischen den Punkten 2 und 3 (dem Bahnhofe Charlottenburg und der Haltestelle Zoologischer Garten) im Bebauungsplane projectirten Strafsenzüge sind zweckmäfsig umzulegen und an geeigneten Stellen unter der Bahn durchzuführen; soweit dabei eine sonstige Aenderung des Bebauungsplanes wünschenswerth und zur Zeit noch ausführbar erscheint, ist solche im Entwurfe anzugeben.

5) Die Lichtweiten der Ueberbrückungen des Freiarchengrabens, sowie des Unterwassers der Canalschleuse sind den lokalen Verhältnissen entsprechend zu ermitteln;

6) bei der Ueberführung der Bahn über die Charlottenburger Chaussee ist eine Einschränkung der vorhandenen Fahr-, Reit- und Fufswege nicht angänglich, die Errichtung eines eisernen Säulenpfeilers in der Mitte der Fahrbahn aber zulässig. Die Höhe der jetzigen Pferdebahnwagen darf nicht beschränkt werden. Die Steigungsverhältnisse der Bahn und der Bahnanschlüsse sollen 1 : 80 nicht überschreiten; Krümmungen von weniger als 300 m Radius sind nicht anwendbar. Das Gefälle der Strafsen soll, soweit als thunlich, nicht verändert werden, wo solches nicht zu vermeiden, darf das Steigungsverhältnifs 1 : 40 nicht überschreiten. Die Horizontal- und Vertikalprojection des von der vorgezeichneten Bahnlinie durchschnittenen Terrains ist aus dem Situationsplan*) zu ersehen.

Es wird gefordert:

1) Die Einzeichnung der generellen Situation in den Straube'schen Plan von Berlin und Umgegend bis Charlottenburg im Maafsstabe 1 : 17777.

2) Eine Darstellung des Längenprofiles der Linie von der Kreuzung mit der Gürtelbahn ab bis nördlich vom Uebergange über die Charlottenburger Chaussee gemäfs den Vorschriften für specielle Vorarbeiten zu Eisenbahnen im Maafsstabe von 1 : 2500.

3) Die Situation dieser Strecke, eingetragen in den Bebauungsplan der Umgebungen Berlins, Abtheilung V Charlottenburg, Maafsstab 1 : 6250, mit Darstellung der sämmtlichen auf dieser Bahnstrecke projectirten Bauwerke.

4) Special-Situationspläne der einzelnen Bahnhofs-Abtheilungen resp. des Personen-Bahnhofs zu Charlottenburg, des Betriebsbahnhofes daselbst und der Haltestelle am Zoologischen Garten, in welche zugleich die Grundrifsanordnungen der projectirten Gebäude und die Geleise- und Wegeanlagen einzutragen sind, im Maafsstabe 1 : 1000.

5) Specialentwürfe:
   a. für die Ueberdachungen der Perronanlagen des Bahnhofes Charlottenburg;
   b. eines Theiles des Viaductes zwischen dem Bahnhofe Charlottenburg und der Haltestelle am Zoologischen Garten, welcher zugleich die Unterführung einer der dortigen Strafsen zeigt;
   c. Längen- und Querdurchschnitt des Unterbaues des Bahnhofs Charlottenburg, welcher die für den Verkehr anzulegenden Räumlichkeiten und schliefslich die Treppenzugänge etc. enthält;
   d. der Ueberbrückung des Freiarchengrabens, des Unterwassers der Canalschleuse und der anliegenden Uferstrafse;
   e. der Aufzugsvorrichtungen für die Gepäck- und Post-Expeditionen auf dem Bahnhofe zu Charlottenburg.

Für die Ansichten, Durchschnitte und Grundrisse der Projecte a bis d ist ein Maafsstab 1 : 100 zu wählen und sind Detailzeichnungen beizufügen, aus denen die gewählten Constructionen deutlich hervorgehen müssen. Hierbei ist besonders auch auf eine ästhetische Ausbildung dieser Bauwerke, entsprechend den Umgebungen, die gebührende Rücksicht zu nehmen.

Die Projecte ad e sind im Maafsstabe 1 : 20 zu entwerfen und in Detailzeichnungen die dazu gehörigen mechanischen Einrichtungen darzustellen.

6) Ein Erläuterungsbericht, welcher die Motive zu den gewählten Einrichtungen, eine Beschreibung der baulichen Anlagen, einen Nachweis des erforderlichen Betriebsmaterials, und die statischen Berechnungen der Specialentwürfe ad 5 a bis e enthalten mufs.

In sämmtliche Zeichnungen sind die Hauptmaafse sowie die Stärken der Constructionstheile mit Zahlen einzuschreiben,

*) Der Situationsplan ist für Concurrenten in der Vereinsbibliothek zu haben.

Digitized by Google

kurze Erläuterungen und Berechnungen können auf den Plänen selbst Platz finden und wird ein besonderer Werth darauf gelegt, wenn die Zeichnungen so deutlich und vollständig dargestellt werden, dafs, soweit es thunlich, besondere ausführliche Erläuterungen entbehrt werden können. —

Alle hiesigen und auswärtigen Mitglieder des Architekten-Vereins werden eingeladen, sich an der Bearbeitung dieser Aufgaben zu betheiligen, und ersucht, die Arbeiten bis zum 20. December 1874 Abends 12 Uhr in der Vereins-Bibliothek, Wilhelmstrafse 118, abzuliefern. (Zeichnungen in Mappe, Erläuterungsbericht geheftet.) Später eingelieferte Arbeiten sind von der Concurrenz ausgeschlossen.

Die Entwürfe sind mit einem Motto zu bezeichnen und mit demselben Motto ein versiegeltes Couvert einzureichen, worin der Name des Verfassers und die pflichtmäfsige Versicherung desselben, dafs das Project von ihm selbstständig und eigenhändig angefertigt sei, enthalten sind.

Die Königliche Technische Bau-Deputation hat es sich vorbehalten, auch diejenigen nicht prämiirten Arbeiten, welche der Architekten-Verein einer besonderen Berücksichtigung für werth erachtet, als Probe-Arbeiten für die Baumeister-Prüfung anzunehmen.

Die eingegangenen Entwürfe werden bis zum 10. Januar 1875 in der Bibliothek des Vereins für die Mitglieder, am Schlusse des Monats Februar öffentlich ausgestellt. Die Verlesung der Referate der Beurtheilungs-Commissionen geschieht in der Hauptversammlung des März. Die Zuerkennung der Preise und die eventuelle Annahme der Arbeiten als Probe-Arbeit für die Baumeister-Prüfung wird am 13. März 1875 beim Schinkelfeste von dem Vorstande des Vereins bekannt gemacht.

Die mit dem Staatspreise gekrönten Arbeiten bleiben Eigenthum des Vereins. Derselbe hat das Recht, diese, sowie auch die mit Medaillen ausgezeichneten Entwürfe unter Nennung des Autors zu publiciren.

Der Autor eines mit dem Staatspreise gekrönten Entwurfes ist verpflichtet, innerhalb zweier Jahre die Studienreise anzutreten, vor dem Antritte derselben dem Vorstande des Vereins hiervon und von der Reiseroute Mittheilung zu machen und etwaige Aufträge des Vereins entgegenzunehmen, sowie Reisebericht und Skizzen spätestens 2 Jahre nach dem Antritt der Reise dem Vereine vorzulegen.

Berlin, den 13. März 1874.

Der Vorstand des Architekten-Vereins zu Berlin.

Hobrecht, Vorsitzender.

Adler. Böckmann. Ende. Franzius. Kinel. Lucae. Orth. Quassowski. Schwedler. Steuer. Streckert.

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Versammlung am 11. November 1873.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Oberbeck.

Herr Wedding erläuterte die im Auftrage des Herrn Handelsministers unter seiner Leitung vom Bergassessor Kühn angefertigte Karte über Production, Consumtion und Circulation der mineralischen Brennstoffe in Preufsen während des Jahres 1871. Nachdem er die Unterschiede dieser Karte von den gleichartigen für die Jahre 1860, 1862 und 1865 erörtert und auf die Mängel aufmerksam gemacht hatte, welche in Folge der so ungemein schnell gewachsenen Production für die graphische Darstellung sich ergeben hätten, hob derselbe die interessantesten Resultate der vorliegenden Zusammentragungen hervor, so die in Folge des grofsen inländischen Bedarfs eingeschränkte Ausfuhr nach entfernteren Gegenden, z. B. Amerika, ferner die in Folge des Krieges eingetretene Verminderung der Ausfuhr nach Frankreich und die auf mehr als 440000 Tonnen gesteigerte Ausfuhr nach Wien, sodann die Verdrängung der englischen Kohlen aus dem Inneren des Landes nach den Küstenstrichen (in Berlin ist der Verbrauch an englischer Kohle von 60 % im Jahre 1860 auf kaum 24 % im Jahre 1871 gesunken), endlich das für den rationelleren Verbrauch der Kohlen sprechende Verhältnifs der Consumtion zur Production in den Grubenbezirken, welches von 46 % im Jahre 1860 auf 39 % im Jahre 1871 gesunken ist. Zum Schlufs wurde der Antheil der wichtigsten Kohlendistricte an der Gesammtproduction und der Verbrauch in den bedeutendsten Städten erörtert. Die Betheiligung hat von 1860 bis 1871 zugenommen: beim Ruhrbecken von 32 auf 38 %, in Oberschlesien von 18 auf 20 %, in Niederschlesien von 5½ auf 6 %, dagegen abgenommen: beim Saarbecken von 15 auf 10 %, bei den beiden Aachener Becken von 4¾ auf 3 %. In Preufsen hatten 1871 93 Städte einen Consum von mehr als 30000 Tonnen, darunter 54 mehr als 50000, und von diesen wieder 23 mehr als 100000 Tonnen. In Berlin allein belief sich der Consum auf mehr als 900000 Tonnen.

Herr Wedding sprach dann noch den Wunsch aus, dafs der Herr Vorsitzende Veranlassung nehmen möchte, das neu zu erlassende Eisenbahn-Betriebs-Reglement vor seinem Inkrafttreten dem Vereine zur Discussion zu unterbreiten; es würden sich vielleicht manche Punkte ergeben, deren Abänderung allgemein als wünschenswerth anerkannt werden möchte, z. B. die Bestimmung hinsichtlich des Billetverkaufs, welche bei schnell auf einander folgenden Zügen und in belebten Zeiten hemmend auf den Verkehr einwirke und sich leicht nach dem Vorbilde einiger englischen Bahnen abändern lassen dürfte.

Herr Engel bezeichnet es als dringend wünschenswerth, dafs in ähnlicher Weise, wie es in Bezug auf die Brennstoffe geschehen, eine generelle Statistik der Güterbewegung auf den Eisenbahnen baldmöglichst ins Leben gerufen werde; es würden sich alsdann die Ursachen der schnelleren oder langsameren Entwickelung der einzelnen Eisenbahnen leichter und sicherer erkennen lassen, was für die Rentabilitätsberechnung von grofser Wichtigkeit sei. Es sei daher sehr zu bedauern, dafs diese Angelegenheit auf der

Digitized by Google

im September d. J. zu Heidelberg abgehaltenen Generalversammlung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen um keinen Schritt weiter gefördert sei.

Der Vorsitzende erkennt die ausgesprochenen Wünsche im Allgemeinen als berechtigt an und resumirt die verschiedenen Vorschläge, welche für die Aenderung in der graphischen Darstellung der oben besprochenen Karten gemacht sind, dahin, dafs es sich empfehlen würde, sowohl die schon vorhandenen, als die zukünftig anzufertigenden Karten in einem vergröfserten Maafsstabe auftragen zu lassen, um einerseits die bisherige, als zweckmäfsig erkannte Darstellungsweise ohne Beeinträchtigung der Deutlichkeit beibehalten zu können, andererseits die Möglichkeit eines directen Vergleiches zwischen den Resultaten der früheren und späteren Jahrgänge aufrecht zu erhalten.

Hierauf spricht Herr Schwabe über continuirliche Bremsen, welche zuerst in England nach verschiedenen Systemen ausgeführt und daselbst bei der grofsen Fahrgeschwindigkeit, welche bei den schnellsten Courierzügen bis zu $4^1/_2$ Minuten pro deutsche Meile gehe, besonders nothwendig erschienen sei. Derselbe erläutert dann unter Vorlage einer Zeichnung die Heberlein'sche Bremse, wie sie neuerdings an einigen Wagen der Berliner Verbindungsbahn angebracht ist. Wenn in Nothfällen der Zug schnell zum Stehen gebracht werden soll, kann mittelst der Zugleine eine Auslösung der an der Spitze und am Schlufs des Zuges angebrachten Bremsvorrichtung bewirkt werden, welche dann durch eine Hebelcombination zugleich das Anziehen der Bremsklötze an den Nachbarwagen verursacht. Bei den angestellten Versuchen ist es gelungen, einen in voller Fahrt befindlichen Zug mit Hilfe jener Bremsen binnen 25 Secunden in einer Entfernung von 300^m zum Stillstand zu bringen. Es hat sich dabei als nothwendig gezeigt, zur Vermeidung starker Stöfse die Tenderbremsen möglichst gleichzeitig fest anzuziehen. Die Kosten einer solchen Bremsvorrichtung haben sich auf 340 Thlr. belaufen.

Herr Hartwich hebt als einen Uebelstand bei den continuirlichen Bremsen hervor, dafs die Wirkung derselben meistentheils zuerst auf die vorderen Achsen des Zuges ausgeübt und dadurch ein heftiges Auflaufen der hinteren Wagen herbeigeführt werde; die durch comprimirte Luft wirkenden Bremsen seien seiner Ansicht nach der Heberlein'schen Bremse noch vorzuziehen.

Der Vorsitzende macht aus dem Bericht über die Verwaltung der Eisenbahnen in Elsafs und Lothringen eine Mittheilung, welche sich auf die wichtige Frage der Schienenbefestigung auf den Schwellen bezieht. Danach haben sich die in Frankreich schon seit längerer Zeit eingeführten Holzschrauben (tire-fonds) statt der Hakennägel vorzüglich bewährt, allerdings auch gröfsere Kosten verursacht. Dieselben werden mit Hilfe eines auf den vierkantigen Kopf aufgesetzten Schraubenziehers eingeschraubt, nachdem sie vorher verzinkt und gefettet sind, um nicht von den zur Tränkung der Schwellen verwendeten Substanzen angegriffen zu werden. Auf dem Kopfe derselben befindet sich eine kleine Spitze mit dem Buchstaben R, welche als Controle dafür dient, dafs die Schrauben nicht gegen die Vorschrift mit dem Hammer eingetrieben werden, indem hierdurch die Spitze platt geschlagen werden würde.

Zum Schlusse der Sitzung werden in üblicher Abstimmung als einheimische ordentliche Mitglieder in den Verein aufgenommen: Herr Regierungs- und Baurath Wernekinck und Herr Ober-Bergrath Niedner.

Versammlung am 9. December 1873.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Streckert.

Herr Quassowsky gab zunächst eine einleitende Beschreibung der Entstehung der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn. Die ersten Strecken derselben, Berlin-Potsdam und Potsdam-Werder, welche in den Jahren 1838 bezw. 1850 eingeleisig dem Betriebe übergeben wurden, hatten im Vergleich zu den jetzigen Verkehrsverhältnissen einen sehr unbedeutenden Verkehr, so dafs die Bahnhöfe und alle zugehörigen Anlagen auch dem entsprechend nur eine geringe Ausdehnung erhalten hatten. Mit der Zunahme des Verkehrs und der Verlängerung der Bahn bis Brandenburg (im Jahre 1853 in Betrieb genommen), sodann bis Genthin (seit 1857 im Betriebe) und schliefslich mit der Vollendung des gegenwärtigen Bahnnetzes der Gesellschaft wurde die Vergröfserung der ersten Bahnhofsanlagen und die Herstellung eines zweiten Geleises nothwendig, welches auch den Umbau der Brücken bei Werder und Potsdam für ein zweites Geleise erforderlich machte. Die beiden Brücken, im Jahre 1846 mit eingeleisigem Unter- und Ueberbau, letzterer aus Eisen hergestellt, bestehen aus je 6 Oeffnungen von je $10{,}_{867}{}^m$ und $12{,}_{55}{}^m$ normaler lichter Weite und 2 Oeffnungen als Schiffsdurchlasse, von 2flügeligen Drehbrücken überspannt, von je $9{,}_{52}{}^m$ und $9{,}_{488}{}^m$ normaler lichter Weite, welche so vertheilt sind, dafs die Drehbrücken in der Mitte liegen. Die Potsdamer Brücke ist der Stromrichtung entsprechend unter einem Winkel von 60 Grad gegen die Bahnachse schief, während die Brücke bei Werder die dort seeartig ausgebildete Havel zwischen längeren Erddämmen rechtwinklig übersetzt. Wegen des überall moorigen Untergrundes wurden beide Brücken auf Pfahlrosten zwischen Spundwänden fundirt, die Pfeiler sind aus Ziegeln mit Rothmörtel hergestellt. Nachdem die übrige Bahn überall zweigeleisig hergestellt worden war, bildeten die beiden eingeleisigen Havel-Uebergänge mit ihren Weichen zu beiden Seiten, welche später beseitigt und durch Geleisverschlingungen auf den Brücken ersetzt wurden, grofse Hindernisse und Gefahr für die Sicherheit des Betriebes, so dafs man nunmehr beschlofs, auch diese Bauwerke für zwei Geleise umzubauen. Bei der Aufstellung der Umbauprojecte traten als besondere Schwierigkeiten die geringe Breite der nur für eingeleisigen Ueberbau angelegten Pfeiler und die geringe Höhenlage der Brückenbahn über dem Wasserspiegel entgegen. Für den Umbau waren deshalb die wesentlichsten Bedingungen: jede Störung des lebhaften Eisenbahnbetriebes zu vermeiden und jedes Hindernifs für den sehr regen Schifffahrtsverkehr auf der Havel fern zu halten. Da die Herstellungs- bezw. Umbauarbeiten unter allen Umständen eine längere Zeit andauernde Absteifung und Feststellung der Drehbrücke bedingten, während welcher Zeit ein Aufdrehen derselben und Durchlassen der Schiffe unmöglich war, so durften diese Arbeiten nur während der Monate Januar und Februar, wo die Schifffahrt ohnehin geschlossen ist, ausgeführt werden. Nach reiflicher Erwägung aller möglicherweise anzuwendenden Bauvorgänge

Digitized by Google

und Berechnung der Kosten derselben wählte man folgende Ausführungsart: Zu beiden Seiten der Brücke wurden Pfähle eingerammt, welche Schienenbahnen parallel zu den Pfeilerrichtungen trugen, auf denen zur einen Seite kleine Wagen gestellt wurden; diese nahmen die zuerst auf Rüstungen montirten neuen Brückenconstructionen mittelst Winden auf; andere Wagen wurden unter die alten, bis dahin auf die Pfeiler abgesteiften und von ihren Auflagern bereits befreiten Brücken gefahren; sodann wurden diese Brücken ebenfalls durch Winden gehoben, auf die Wagen gestützt und in der Zeit zwischen zwei Bahnzügen auf den Schienengeleisen ausgefahren, während die neue Brücke ihnen unmittelbar folgend eingefahren und auf die vorher hergestellten neuen Auflager herabgelassen wurde, so dafs der nächste Bahnzug bereits über die neuen Träger auf den an die noch vorhandenen alten eingeleisigen Brücken sich anschliefsenden provisorischen Mittelgeleisen passiren konnte. Die Auswechselung des Brückenüberbaues erfolgte einzeln für jede Oeffnung unter Anwendung derselben Hilfsmittel; nachdem sämmtliche neuen Ueberbauten eingefahren waren, wurden die beiden definitiven Geleise verlegt, die provisorischen Mittelstücke entfernt und die beiden ersteren mit den Bahngeleisen in Verbindung gebracht und dem Betriebe übergeben.

Der Vorsitzende besprach hierauf die im Jahre 1872 auf den Preufsischen Eisenbahnen vorgekommenen Betriebsereignisse. Von den 152 Entgleisungen, welche stattfanden, wurden 54 durch mangelhaften Zustand der Fahrzeuge, 41 durch mangelhaften Zustand des Oberbaues, 34 durch ungenaue oder falsche Weichenstellung, 19 durch mangelhafte Handhabung des Zuges, 3 durch Unterbrechungen im Geleise oder Hindernisse auf demselben und eine durch falsche Stellung einer Drehbrücke herbeigeführt; in Folge derselben wurden 44 Personen verletzt und eine getödtet, 106 Fahrzeuge erheblich und 250 unerheblich beschädigt. Die Zahl der Zusammenstöfse betrug 179, von denen 49 durch falsche Weichenstellung, 28 durch unvorsichtiges Rangiren, 20 durch mangelhafte Signalisirung, 17 durch Nichtbeachtung der Signale, 15 durch zu schnelles Einfahren in Bahnhöfe, 15 durch Zugtrennungen auf freier Bahn, 14 durch Sperrung der Geleise durch Fahrzeuge, 13 durch falsche Dispositionen der Stationsvorsteher, 7 durch Ingangsetzung stehender Fahrzeuge und einer durch sonstige Ursachen entstanden; dieselben führten herbei 7 Tödtungen und 134 Verletzungen von Personen und aufserdem wurden 12 Thiere getödtet und 27 verletzt, sowie 341 Fahrzeuge erheblich und 537 unerheblich beschädigt. Die aufserdem stattgefundenen 27 sonstigen Betriebsereignisse betroffen in 21 Fällen das Ueberfahren von Fuhrwerken, in 3 Fällen die Unterbrechung des fahrbaren Zustandes der Bahn, in 2 Fällen Feuer im Zuge und in einem Falle eine Kesselexplosion; bei denselben sind 10 Personen getödtet und 17 verletzt, ferner 8 Thiere getödtet und eins verletzt, 4 Fahrzeuge erheblich und 5 unerheblich beschädigt. Bei einer Gesammtbeförderung von 86442679 Passagieren wurden 11 getödtet und 44 verletzt und hiervon durch eigene Unvorsichtigkeit 10 Personen getödtet und 16 verletzt; von den 53382 Bahnbeamten wurden 180 getödtet und 582 verletzt und zwar hiervon unverschuldet 12 getödtet und 168 verletzt. Bei Nebenbeschäftigungen, Bau- und Werkstättenarbeiten wurden 31 Arbeiter getödtet und 97 verletzt. Fremde, nicht mit der Bahn beförderte Personen wurden 151 getödtet und 98 verletzt und zwar hiervon durch Selbstmordversuche 53 getödtet und 6 verletzt und in Folge eigener Unvorsichtigkeit beim Betreten der Bahn 93 getödtet und 76 verletzt. Die Verhältnifszahlen sind erheblich weniger ungünstig als im Vorjahre.

Herr Frischen erläuterte hiernach, unter Vorzeigung der zugehörigen Vorrichtung, die Construction eines Eisenbahn-Zugtelegraphen, welcher in jedem Wagen das Signal, in Form eines an der Aufsenseite des Wagens vorspringenden Flügels, zu geben gestattet. Durch Ziehen an einer unter der Wagendecke hinlaufenden Schnur löst sich der auf der Kopfseite des Wagens befindliche Signalflügel aus und läfst zugleich auf elektrischem Wege eine Weckervorrichtung für das Zugpersonal ertönen.

Bei der statutengemäfs vorgenommenen Neuwahl des Vorstandes wurden die seitherigen Vorstandsmitglieder: die Herren Weishaupt, Hartwich, Streckert, Oberbeck, Ebeling und Ernst wiedergewählt.

Zum Schlusse der Sitzung wurden in üblicher Abstimmung als einheimische ordentliche Mitglieder in den Verein aufgenommen: die Herren Regierungsrath Jonas, Baurath Wilde und Telegraphen-Ingenieur und Fabrikant Naglo.

Literatur.

Das Augusta-Hospital und das mit demselben verbundene Asyl für Krankenpflegerinnen zu Berlin, von Dr. C. H. Esse, Geh. Regierungsrath und Charité-Krankenhaus-Director a. D. Berlin, Verlag von Th. Chr. Fr. Enslin.

Der Verfasser, als Autorität auf dem Gebiete der zur Krankenpflege bestimmten Einrichtungen allgemein bekannt, giebt uns in dem vorliegenden Werke eine specielle Beschreibung der unter seiner Leitung und nach seinen Anordnungen in den letzten Jahren erbauten Anstalten, welche in ihrer Gesammtheit als „Augusta-Hospital“ bekannt sind.

Das Werk zerfällt in drei Abtheilungen, von denen die erste die Beschreibung der verschiedenen Baulichkeiten und deren Einrichtung, die zweite die Geschichte des Hospitals und des Asyles, die dritte die Statuten, Reglements und Instructionen für diese Anstalten enthält.

Ueber den letzten Abschnitt wollen wir uns ein Urtheil nicht erlauben und dies competenten Federn überlassen, können uns aber nicht verhehlen, dafs der grofse Apparat mit den zu erzielenden Zwecken in nicht ganz richtigem Verhältnifs zu stehen scheint.

Im Jahre 1866, wenige Tage nach dem Ausbruch des Krieges mit Oesterreich, bildete sich in Berlin der Frauen-Lazareth-Verein unter Protection Ihrer Majestät der Königin, dessen nächster Zweck die Pflege verwundeter und erkrankter Krieger der Armee war; nach Schliefsung des

Digitized by Google

Lazareths am 30. August 1867 war man bemüht, den einmal bestehenden Verein neu zu organisiren und dessen Thätigkeit auch für den Frieden wirksam zu erhalten und ihn für künftige Fälle nutzbar zu machen.

Zu diesem Zweck wurde am 17. März 1868 ein Vereinsstatut ausgearbeitet, welches am 20. März die Allerhöchste Genehmigung erhielt und in welchem bestimmt ausgesprochen wurde, dafs der Frauen-Lazareth-Verein in stetem Zusammenhange mit dem internationalen Genfer und Preufsischen Verein zur Pflege verwundeter und erkrankter Krieger bleiben sollte.

Die dem Verein gestellte Aufgabe war:

a) im Kriege die Militair-Verwaltung in der Pflege verwundeter und erkrankter Krieger durch eine geordnete Privathilfe zu unterstützen, und

b) im Frieden durch Ausbildung freiwilliger und bezahlter Krankenpflegerinnen, durch Fürsorge für Lazarethe im Allgemeinen und im Speciellen, durch Sammlung von Erfahrungen und Nachrichten über Verbesserung auf dem Gebiete der Lazareth-Einrichtung und Lazareth-Verwaltung, durch Bereithaltung von Geldmitteln, überhaupt auf jede Weise sich auf die Thätigkeit vorzubereiten, die der Kriegsfall nothwendig macht. Zur Erreichung der gestellten Aufgabe wurde es für erforderlich erachtet, nicht allein die Ausbildung von Krankenpflegerinnen auf Kosten des Vereins zu befördern, sondern auch den Mitgliedern des Vereins Gelegenheit zur Ausbildung im Krankenwärterdienst zu geben.

Um der unter b) ausgesprochenen Aufgabe des Vereins besser genügen zu können, wurde beschlossen, eigene Kranken-Anstalten nach dem Barackensystem zu errichten, wobei stark auf die Opferwilligkeit der Bewohner Berlins gerechnet wurde.

Durch unentgeltliche Ueberweisung einer umfangreichen Baustelle im Invalidenpark im Februar 1869 und durch reichliche Zeichnungen von Beiträgen wurde die Erreichung des Zweckes erheblich näher gerückt und wurde Herr Geheimer Regierungsrath Dr. Esse mit der Anfertigung eines Projectes beauftragt, welcher Aufgabe sich derselbe unter Hilfe des früheren Bauinspectors, jetzigen Stadt-Baurath Herrn Blankenstein auch unterzog.

Im Frühjahre 1869 wurde mit dem Bau begonnen und am 22. Juni desselben Jahres unter entsprechenden Feierlichkeiten der Dachstuhl gerichtet; am 27. Septbr. erhielt der Verein Corporationsrechte und schon am 27. December konnte die Einweihung stattfinden; — am 6. April 1870 wurde der erste Kranke aufgenommen.

Herr Dr. Esse, auf dessen Anordnung schon im Jahre 1866 auf dem Grundstücke der Königl. Charité die erste Lazareth-Baracke auf dem Continent erbaut worden war, war auch der Erste, der bei dem Augusta-Hospital diese Baracken für dauernde Krankenanstalten zur Anwendung brachte und hierdurch einen neuen Impuls zur weiteren Entwickelung der Anlage von Krankenhäusern etc. gab, der sehr befruchtend auf die später erbauten Anstalten an andern Orten gewirkt hat.

Die Anstalt umfafst:

1. das eigentliche Augusta-Hospital,
2. das Asyl für Krankenpflegerinnen,
3. die Pavillon-Baracken,
4. die Zelt-Baracken und
5. das Leichenhaus.

Das Augusta-Hospital.

Die Anlage besteht aus einem mittleren zweistöckigen massiven, in Backstein ausgeführten Mittelbau und aus zwei Krankenhaus-Baracken, welche ungefähr $11{,}_{25}$ m von jedem der beiden Giebel des Hauptgebäudes entfernt stehen und mit letzterem durch breite Corridorbauten verbunden sind, welche sich bis über die Krankenhaus-Baracken fortsetzen. Der massiv in Backsteinrohbau ausgeführte Mittelbau besteht aus Kellergeschofs, Erdgeschofs, erstem Stock und ausgebautem Dachgeschofs.

Das Kellergeschofs enthält die Speiseküche, die Waschküche nebst den hierzu erforderlichen Nebenräumen, sowie einen Dampfkessel zum Betriebe der Waschküche, der aber so eingerichtet ist, dafs derselbe auch später als Kessel für eine Warmwasserheizung benutzt werden kann; aufserdem befinden sich im Kellergeschofs noch das Speisezimmer und die Schlafzimmer der Dienerschaft.

Die Eintheilung und Einrichtung des Kellergeschosses ist mit grofser Umsicht und Sachkenntnifs angeordnet worden; im Text ist es als wünschenswerth hingestellt, dafs die Wasch- und Speiseküche aus dem Hauptgebäude entfernt und in einem besonderen Gebäude untergebracht werde, die Ausführung aber bisher als unthunlich angegeben worden. — Wir sind jedoch der Ansicht, dafs die Anordnung eines besonderen Wirthschaftsgebäudes als Bedingung hätte aufgestellt werden müssen, wozu die Mittel, bei anderweitigen Ersparungen, auch wohl ausgereicht haben würden. — Die Entfernung der Waschküche ist, wie später angegeben, schon beschlossen, und soll der Dampfkessel zur Erwärmung der Capelle benutzt werden.

Die Speiseküche enthält einen Kochherd und hat man wohl in Rücksicht auf die ursprünglich festgesetzte geringe Anzahl der aufzunehmenden Kranken auf eine mit Dampfbetrieb eingerichtete Küche Verzicht geleistet; im Uebrigen kann diese Küchen-Einrichtung als Muster für kleine Baracken-Anstalten dienen.

Das Erdgeschofs enthält in der Hauptfront die aus zwei Zimmern bestehende Wohnung der Vorsteherinnen, ein Conferenzzimmer, ein Wäschezimmer, zugleich Efszimmer, ein Operationszimmer und eine Apotheke — auf der entgegengesetzten Seite und durch einen $2{,}_{5}$ m breiten, die Länge des Gebäudes durchschneidenden Corridor getrennt, liegt zunächst diesem Corridor der Treppenraum, dessen Podest zugleich den Eingang in die Capelle bildet, und daran stofsend, vom Corridor aus zugänglich, ein Raum, der zwei Waterclosets und, von diesen durch eine Wand getrennt, eine Badevorrichtung enthält; die Ventilation dieses Raumes wird durch den daran stofsenden Dampfschornstein bewirkt. — Die Capelle liegt in einem besonderen Anbau und bildet mit dem Conferenzsaal die Mittelaxe des Gebäudes.

Die Capelle macht, trotz des Reichthums der innern Einrichtung und der Decoration, keinen harmonischen Eindruck und kann in künstlerischer Beziehung als gelungen nicht betrachtet werden.

Der Haupteingang liegt in dem Giebel des Mittelrisalits und gelangt man durch ersteren auf die Haupttreppe, deren Podeste durch Thüren von dem Hauptcorridor getrennt sind, wodurch jede Zugluft vermieden wird.

Die Zimmer haben gewöhnliche Kachelöfen, nur das Conferenzzimmer und das Efszimmer haben besonders einge-

Digitized by Google

richtete Kachelöfen, welche in der Wand zwischen Zimmer und Corridor stehen und von letzterem aus geheizt werden. Im Corridor treten diese Oefen etwa $0,_{5}$ m vor, gehen durch die Wand, einen Zwischenraum zwischen Ofen und Wände lassend, der durch Kacheln geschlossen ist, und bilden im Zimmer Kaminöfen, deren Kamine besonders geheizt werden können und als Ventilatoren benutzt werden.

Das erste Stockwerk, dessen Eintheilung dem Erdgeschofs entspricht, ist ausschliefslich, auch über der Capelle, zu Krankenzimmern zu 1, 2 und 6 Betten eingerichtet; die Heizung der kleineren Räume geschieht ebenfalls durch gewöhnliche Kachelöfen, während die gröfseren Räume zu 6 Betten durch die oben beschriebenen Kaminöfen erwärmt werden; ob diese Räume, welche pro Bett ungefähr $23,_{5}$ kbm Luftraum enthalten, durch die Kamine ausreichend ventilirt werden können, möchte zu bezweifeln sein.

Im Dachgeschofs befinden sich aufser den Räumen für Kleider und Verbandstücke noch Wohn- und Schlafzimmer für die Dienerschaft, sowie die Wasserreservoire für die Bäder, aufserdem noch ein Watercloset und ein Baderaum.

Baracken-Lazareth.

Die beiden Baracken-Lazarethe, welche von dem Giebel des Hauptgebäudes ungefähr $11,_{25}$ m entfernt und durch Corridor in derselben Bauart mit demselben verbunden sind, unterscheiden sich in ihrer Einrichtung nur wenig von den früher in der Charité erbauten Lazarethbaracken, haben aber zur besseren Abhaltung der Erdfeuchtigkeit und um den unteren Raum, der eine lichte Höhe von 2 Meter hat, nutzbar zu machen, einen höheren Unterbau erhalten. Die Pfeiler, welche den oberen Barackenbau tragen und die Begrenzung des unteren Raumes bilden, sind durch Lattenwände verbunden und mit Leinwandrouleaux versehen, welche je nach der Richtung des Windes aufgerollt und herabgelassen werden können; aufser den Umfassungspfeilern enthält der Unterbau noch eine Reihe Mittelpfeiler, welche zur Unterstützung der Balkenlage der Baracke und als Fundament der beiden Oefen jeder Baracke dienen. Jeder Barackenraum hat eine lichte Länge von $18,_{75}$ m und eine lichte Breite von $7,_{75}$ m und ist zur Aufnahme von 14 Betten bestimmt; aufserdem befindet sich in diesem, durch Wände von dem Hauptraum getrennt, noch eine Wärterstube mit 2 Betten, ein Badezimmer und zwei Closets, von denen das eine von dem die Baracken umgebenden Corridor zugänglich ist.

Die Wände der Baracken bestehen aus Fachwerk, welches innerhalb und aufserhalb mit genieteten, senkrecht stehenden Brettern bekleidet ist; der Zwischenraum ist mit Hohlsteinen, trocken, ohne Anwendung eines Mörtels, ausgefüllt; durch die $1,_{25}$ m breite, den Bau umgebende Galerie, über welche die Dachfläche noch hinausragt, werden die Umfassungswände hinreichend gegen Schnee und Regen geschützt. Das mit Schiefer gedeckte Dach, welches gleichzeitig die Decke der Baracke bildet, trägt im First einen Dachreiter, dessen Seitenwände ungefähr einen Meter hoch und mit leicht zu bewegenden Glasjalousieen versehen sind; die Decke besteht aufser der Schieferdecke noch aus drei gespundeten Brettlagen, mit einem Zwischenraum von je einem Zoll breit. Der Fufsboden besteht aus drei Lagen gespundeter Bretter, von denen die 2te um 3 Zoll von der 3ten Lage absteht, welcher Zwischenraum einerseits mit den Oefen, andererseits mit dem Innern der Baracken in Verbindung steht und zur Ventilation dient.

Die Fenster, deren jede Baracke 18 enthält, schlagen nach aufsen auf und hat jedes Fenster eine glasjalousieartige Vorrichtung in der Gröfse einer Scheibe.

Besonders zweckmäfsig ist die Anordnung der Oefen in den Baracken. Jeder Ofen, von denen 2 in jeder Baracke aufgestellt sind, besteht aus einem gufseisernen mit Chamotte ausgefütterten Heizkasten und einem eisernen gewundenen Rauchrohr, beides bis zur Höhe von $2,_{50}$ m mit weifsen Kacheln in Form eines Berliner Ofens umgeben; in deren Raum zwischen dem inneren und äufseren Ofen wird die Luft, welche aus dem unter der Baracke befindlichen Raum in den Zwischenraum einströmt, erwärmt und dann am oberen Ende des Ofens in das Krankenzimmer geleitet; zur Verhinderung des Austrocknens der Luft ist im Ofen noch ein Wassergefäfs angebracht, welches von aufsen gefüllt werden kann. Die Circulation der Luft ist demnach folgende: Von aufsen dringt die frische Luft in den Ofen und strömt erwärmt in den Saal aus, aus dem Saale geht die verdorbene, aber erwärmte Luft unter dem Fufsboden vermittelst des durch den Ofen geführten eisernen Rohres zum Dache hinaus. — Aufser diesen Oefen sind noch besondere Gasöfen aufgestellt, deren Einrichtung speciell beschrieben wird und die ihrer Zweckmäfsigkeit halber auch anderweit Anwendung gefunden haben. — Ob diese Gasöfen nur im Frühjahr und Herbst zur Erwärmung der Baracken dienen oder auch während des Winters zur Unterstützung der Hauptöfen nothwendig geworden sind, ist leider aus der Beschreibung nicht deutlich zu ersehen.

Die Verbindung der beiden Baracken-Lazarethe mit dem Hauptgebäude wird durch Verbindungsgänge bewirkt, die ebenfalls aus Fachwerk construirt sind und bis über den einen Giebel der Baracke hinausreichen.

Die Breite dieser Verbindungsgänge, welche anfangs auf 3 m angenommen war, wurde später auf 4 m vergröfsert, um im Nothfalle auch diese Corridore zur Aufstellung von Betten benutzen zu können; wie aber vorauszusehen war, werden dieselben jetzt stets als Krankenzimmer behandelt, wodurch die ursprüngliche Idee, die Krankensäle räumlich von einander und von dem Hauptgebäude zu trennen, leider verloren gegangen ist.

Asyl für Krankenpflegerinnen.

Die Einrichtung dieses Gebäudes, über welche wir hier speciell nicht berichten können, ist vollkommen dem Zweck entsprechend.

Pavillon-Baracken.

Eigenthümlich und zu vorübergehenden Zwecken oder als Isolir-Pavillon gewifs empfehlenswerth ist die zur Aufnahme von 8 Betten bestimmte, auf Blatt 7 mitgetheilte Pavillon-Baracke, deren eigenthümliche kuppelartige Form Vielen durch den Besuch des Artillerie-Schiefsplatzes in Tegel bei Berlin bekannt sein wird.

Der Grundrifs bildet ein Achteck von $7,_{50}$ m kleinstem Durchmesser; der Unterbau besteht aus Pfählen, auf denen ein Holzkranz ruht, in dessen acht Ecken Eisenbahnschienen befestigt sind. Diese Schienen sind so gebogen und über der Mitte des Raumes durch einen Kranz verbunden, dafs

Digitized by Google

sie die Rippen einer achteckigen Kuppel bilden; die zwischen den Schienen sich bildenden Flächen bestehen aus drei Bretterwänden, die ungefähr 3 Zoll von einander entfernt sind und deren äufsere Wand mit wasserdichter Leinwand überspannt ist. Die lichte Höhe bis zum Kranz beträgt 6 m.

Die in der Mitte der Kuppel über dem Kranze befindliche Laterne dient zur Ventilation, welche durch das Rauchrohr des in der Mitte des Raumes aufgestellten Ofens noch wirksamer gemacht wird. Die Construction des Fufsbodens ist der in den Lazareth-Baracken ähnlich, ebenso die Art und Weise der Luftzuführung.

Sechs Seiten dieses Kuppelbaues sind mit Fenstern versehen, während die 7te Seite die Eingangsthür enthält und mit einem schützenden Vorbau versehen ist. In der 8ten Seite liegt der Zugang zu einem Anbau, in welchem sich die Closets, Baderaum und Wärterzimmer befinden.

Diese Baracken, welche leicht zu erbauen sind, sollen sich sehr bewährt haben und billig herzustellen sein; doch sind leider die Baukosten nicht mitgetheilt worden.

Aehnliche Pavillon-Baracken sind während des Krieges in quadratischem Grundrifs von 10 Fufs Seite und 10 Fufs hohen senkrechten Wänden, mit nach allen 4 Seiten abgewalmten Dächern erbaut worden, welche zur Aufnahme von je 2 Kranken bestimmt waren.

Die Ausstattung des Werkes ist schön und dem Inhalte entsprechend; die Beigabe eines Situationsplanes, wenn auch nur in kleinem Maafsstabe, würde zum bessern Verständnifs wesentlich beigetragen haben.

R. Redtenbacher, Sammlung ausgewählter Bautischler-Arbeiten der Renaissance in Italien. Heft 1 u. 2. Fol. (Carlsruhe, Verlag von J. Veith.)

Nachdem die Architekten lange Zeit vorzugsweise nur die grofsen, monumentalen Werke Italiens, die Reste des klassischen Alterthums, die Kirchen und Paläste studirt, aufgenommen und publicirt haben, stellt sich jetzt das Bedürfnifs heraus, auch die mustergiltigen Werke der Kleinkunst, des Kunsthandwerks, an welchen Italien so reich ist, mehr bekannt und nutzbar zu machen und zu diesem Zwecke in guten Abbildungen zu vervielfältigen. Einzelnes davon ist bisher in Zeitschriften wie in der Stuttgarter Gewerbehalle, in Teirich's Blättern für Kunstgewerbe etc. schon publicirt worden. Systematisch angelegte Sammlungen solcher Arbeiten aber sind, mit Ausnahme etwa des Intarsien-Werkes von V. Teirich, welches eigentlich doch nur ornamentaler Natur ist, bisher meines Wissens noch nicht erschienen, sind aber gewifs verdienstvolle Unternehmungen.

Als ein Anfang solcher Publicationen kommen mir so eben die beiden ersten Hefte der „Vorbilder für Bautischler-Arbeiten“ des Architekten Rudolf Redtenbacher zu, welche auf 12 Tafeln grofs Folio eine Anzahl Thüren von Kirchen, Palästen und kleinern Wohngebäuden in Italien, aus der besten Zeit der Renaissance in gediegenen, mit besonderer Rücksicht auf die praktischen Zwecke der Benutzung derselben durch den Handwerker gefertigten Darstellungen enthalten. Mit Rücksicht auf den deutlich ausgesprochenen Zweck, als Vorbilder für unsern heutigen Schreiner zu dienen, hat der Autor alle nur archaeologisch interessanten Gegenstände ausgeschlossen und sich nur auf Mittheilung jener Arbeiten beschränkt, welche durch Eigenthümlichkeit der Anordnung oder Schönheit der Verhältnisse und Profilirungen sich auszeichnen und für die Zwecke unserer Tage lehrreich sind. (Auch Möbel und Werke rein decorativer Natur sind, dem Titel des Werkes entsprechend, natürlich ausgeschlossen.) Da die Fenster in Italien meist sehr einfach sind, wird das Material sich demnach vorzugsweise auf Thüren, von welchen in Italien eine sehr grofse Auswahl vorhanden ist, Holzdecken, Wandvertäfelungen, Bilderrahmen, Fensterläden und Aehnliches beschränken. Es sollen im Ganzen 6 Hefte mit zusammen 36 Blatt Zeichnungen und einem kurzen erläuternden Text erscheinen. Zum Schlufs des Ganzen ist eine „Geschichte der Italienischen Bautischlerei“ versprochen.

Die Art der Darstellung ist sehr praktisch. Die Hauptansichten sind meist nur als Skizzen in $^1/_{20}$ der Natur zur Darstellung der Anordnung und der Verhältnisse behandelt. Die Details sind in $^1/_4$, $^1/_2$ oder in der vollen Naturgröfse gegeben.

Da dieses Werk eine grofse Anzahl neuer Motive in praktischer, allgemein verständlicher Darstellung und viele schöne Details enthält, ist es eine sehr willkommene Ergänzung des schönen Werkes von Strauch, welches bekanntlich unsere modernen Bautischler-Arbeiten darstellt.

R. Borgau.

Halle, Buchdruckerei des Waisenhauses.

JAHRGANG XXIV. 1874. HEFT VII BIS X.

Amtliche Bekanntmachungen.

Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 16. Mai 1874, betreffend die Superrevision der Anschläge für Neubauten, welche die Summe von 1000 Thlr., und für Reparaturbauten, welche die Summe von 3000 Thlr. überschreiten, nebst Allerh. Ordre vom 20. April 1874.

Des Kaisers und Königs Majestät haben auf meinen Antrag mittelst des in beglaubigter Abschrift angeschlossenen Allerhöchsten Erlasses vom 20. v. M. in Abänderung der Dienst-Instruction für die Regierungen vom 23. October 1817, §. 21, sub 9, der Cabinetsordre vom 28. August 1836 und des Allerhöchsten Erlasses vom 30. März 1868 zu bestimmen geruht, dafs bei fiscalischen Bauten die Einholung der ministeriellen Genehmigung und die Einreichung der Anschläge zur Superrevision nur stattzufinden hat für Neubauten, welche die Summe von 1000 Thalern, und für Reparaturbauten, welche die Summe von 3000 Thalern übersteigen, sowie, dafs in denjenigen Fällen, in welchen Bauten nicht ausschliefslich auf fiscalische Kosten ausgeführt werden, für dieselben jedoch ein Beitrag aus Staatsfonds, sei es als Gnadengeschenk, sei es als Freibauholz, geleistet wird, die Superrevision der bezüglichen Anschläge und Bauentwürfe nur dann eintreten mufs, wenn ein zu befürwortendes Gnadengeschenk, oder der Werth des vom Fiscus zu gewährenden Bauholzes die Höhe von 1000 Thalern bei Neubauten und von 3000 Thalern bei Reparaturbauten übersteigt. Die Allerhöchste Bestimmung hat diese Erleichterungen auch auf solche Bauten ausgedehnt, hinsichtlich deren die Superrevision nachträglich von der Oberrechnungskammer verlangt wird, oder der Antrag auf Superrevision versäumt worden sein sollte.

Diesen Allerhöchsten Bestimmungen füge ich in Rücksicht auf die wünschenswerthe Entlastung der Local-Baubeamten und im Einverständnifs mit den Herren Ministern der Finanzen, des Innern, der Justiz, der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten und mit dem Ministerium für die landwirthschaftlichen Angelegenheiten, für je ihre Ressorts, die folgenden Bestimmungen hinzu: Bei fiscalischen Bauten, welche nicht zum Ressort der Militairverwaltung oder der Verwaltung der Domainen und Forsten gehören, bedarf es fernerhin der Veranschlagung, sowie der Revision und Abnahme durch die Beamten der allgemeinen Bauverwaltung in der Regel nur dann, wenn die Bauausführung den Kostenbetrag von 100 Thalern übersteigt. Auch bedarf es in der Regel der Bescheinigung der Bauhandwerker-Rechnungen für Herstellungen, deren Kosten unter 100 Thalern bleiben, nicht mehr.

Diesen Erleichterungen hinsichtlich der Revision der Bauausführungen und der Bescheinigung der Bauhandwerker-Rechnungen liegt die Voraussetzung zu Grunde, dafs bei unbedeutenderen Bauten und baulichen Handwerkerleistungen auch der Laie im Stande sei, die Angemessenheit der Ausführung und des Preises zu beurtheilen. Es bleibt daher auch künftig hinsichtlich solcher baulichen Aenderungen und Einrichtungen, welche die Construction des Gebäudes berühren, ohne Rücksicht auf deren Kostenbetrag, bei der Mitwirkung der Baubeamten, sowohl was die vorhergehende Feststellung wegen deren Zulässigkeit, als was ihre demnächstige Revision und Abnahme betrifft. Ebenso mufs die Revision auch fernerhin in allen Fällen eintreten, wo es sich um Vorkehrungen handelt, zu deren Beurtheilung es einer besonderen, nur dem Bauverständigen beiwohnenden Sachkenntnifs bedarf.

Was die Bescheinigung der Bauhandwerker-Rechnungen betrifft, so findet die Erleichterung auf diejenigen Fälle keine Anwendung, wo die bauende Behörde die angesetzten Preise übertrieben hoch findet, oder Grund zu haben glaubt, ihrem Urtheile über deren Angemessenheit zu mifstrauen.

Die älteren Bestimmungen, insbesondere der Circular-Erlasse vom 31. December 1842, vom 6. Juni 1857 und vom 21. Februar 1858 werden, soweit sie den vorstehenden widersprechen, hiermit aufgehoben.'

Behufs Zufertigung an die Kreis- und Local-Baubeamten sind Exemplare beigefügt.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
gez. Dr. Achenbach.

An
die Königlichen Regierungen und Landdrosteien, sowie die Königliche Ministerial-Bau-Commission.

Auf Ihren Bericht vom 15. April d. J. bestimme Ich in Abänderung der Dienst-Instruction für die Regierungen vom 23. October 1817, §. 21, sub 9, der Cabinetsordre vom 28. August 1836 und Meines Erlasses vom 30. März 1868, dafs bei fiscalischen Bauten die Einholung der ministeriellen Genehmigung und die Einreichung der Anschläge zur Superrevision nur stattzufinden hat für Neubauten, welche die Summe von 1000 Thalern, und für Reparaturbauten, welche die Summe von 3000 Thalern übersteigen. Ebenso soll in denjenigen Fällen, in welchen Bauten nicht ausschliefslich auf fiscalische Kosten ausgeführt werden, für welche vielmehr nur ein Beitrag aus Staatsfonds, sei es als Gnadengeschenk, sei es als Freibauholz, geleistet wird, die Superrevision der bezüglichen Anschläge und Bauentwürfe nur dann eintreten müssen, wenn ein zu befürwortendes Gnadengeschenk, oder der Werth des vom Fiscus zu gewährenden Bauholzes die Höhe von 1000 Thalern bei Neubauten und von 3000 Thalern bei Reparaturbauten übersteigt. Diese Erleichterungen sollen auch auf bereits ausgeführte, resp. veranschlagte Bauten Anwendung finden, hinsichtlich deren die Superrevision nachträglich von der Oberrechnungskammer verlangt wird, oder der Antrag auf Superrevision Seitens der Regierung versäumt ist.

Berlin, den 20. April 1874.

gez. Wilhelm.
ggez. Dr. Achenbach.

An den Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

Digitized by Google

Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

(Mitte Juli 1874.)

Des Kaisers und Königs Majestät haben zu Regierungs- und Bauräthen ernannt:

den Baurath Plathner in Berlin,
den Ober-Betriebsinspector Kricheldorff in Düsseldorf,
den Bauinspector Denninghoff zu Liegnitz,
den Wasser-Bauinspector Hipp zu Coblenz,
den Wasser-Bauinspector Bader zu Oppeln,
das technische Mitglied des K. Eisenbahn-Commissariats zu Coblenz, Baurath Hardt,
den Baurath Uthemann zu Cassel,
das technische Mitglied des K. Eisenbahn-Commissariats in Berlin, Baurath Oberbeck,
den Ober-Betriebsinspector Bormann zu Saarbrücken,
den Eisenbahn-Bauinspector Bramer zu Münster,
den Bauinspector Schulze zu Essen;

ferner den Charakter als Geheimer Regierungsrath verliehen:

dem Regierungs- und Baurath Giese in Trier,

und den Charakter als Baurath:

dem Bauinspector Pietsch zu Minden,
dem Wasser-Bauinspector Lange zu Glogau,
dem Bauinspector Gandtner zu Schweidnitz,
dem Wasser-Bauinspector Loges zu Harburg,
dem Bauinspector Thömer zu Stettin.

Dem p. Plathner ist die Stelle des 2ten technischen Mitgliedes der K. Eisenbahn-Commissariats in Berlin verliehen.

Der p. Kricheldorff ist commissarisch zum Vorsitzenden der K. Eisenbahn-Commission in Altena ernannt.

Dem p. Denninghoff ist eine Regierungs- und Baurath-Stelle in Düsseldorf,

dem p. Hipp die Rheinschifffahrts-Inspector-Stelle in Coblenz,

dem p. Bader die Oderstrom-Baudirector-Stelle in Breslau,

dem p. Uthemann die Stelle eines technischen Mitgliedes der K. Direction der Main-Weser-Bahn,

dem p. Bormann die Stelle des 2ten technischen Mitgliedes der K. Eisenbahn-Direction zu Saarbrücken,

dem p. Bramer die Stelle des 2ten technischen Mitgliedes der K. Direction der Westfälischen Eisenbahn in Münster, und

dem p. Schulze eine Regierungs- und Baurath-Stelle in Arnsberg verliehen.

Beförderungen und Uebertragungen besonderer Functionen.

Der Eisenbahn-Baumeister Abraham in Inowraclaw ist zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector daselbst befördert,
der Eisenbahn-Baumeister Ed. Schmidt in Hanau zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Bebra-Frankfurter Eisenbahn,
die Eisenbahn-Baumeister Schultz in Altena,
Ehlert in Aachen,
Berendt in Hattingen,
Schmidts in Elberfeld
und Schepers in Elberfeld

zu Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn,
der Eisenbahn-Baumeister zur Nieden in Berlin zum Eisenbahn-Bauinspector,
der Eisenbahn-Baumeister Edgar Schmiedt, früher in Unna, dann in Münster, zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Westfälischen Eisenbahn,
der Eisenbahn-Baumeister Sendler in Berlin zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn,
der Kreis-Baumeister Müller in Cosel zum Bauinspector daselbst,
der Eisenbahn-Bauinspector von Sehlen zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Hannover,
der Eisenbahn-Baumeister Darup in Breslau zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Kattowitz,
desgl. der Eisenbahn-Baumeister Wagemann in Hannover,
- - - - Knoche in Hannover,
- - - - Lange in Osnabrück,
- der Bauinspector Dr. Zieben in Harburg

zu Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspectoren an den betr. Orten,
der Eisenbahn-Baumeister Güntzer in Harburg zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei Neubauten im Verwaltungsbezirk der K. Eisenbahn-Direction zu Frankfurt a. M.,
der Eisenbahn-Baumeister Bachmann in Königsberg i. Pr. und
der Eisenbahn-Baumeister Matthies in Insterburg zu Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren bei der Ostbahn,
der Eisenbahn-Baumeister Otto, früher in Cassel, zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Hirschberg,
der Eisenbahn-Baumeister Grofsmann in Sorau zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei derselben Eisenbahn,
der Eisenbahn-Baumeister Delmes in Cassel zum Bau- und Betriebsinspector bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn,
der Eisenbahn-Baumeister Sattig in Düsseldorf zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Westfälischen Eisenbahn in Münster,
der Bau-Commissar Koppen, früher in Fulda, zum Kreis-Baumeister in Tarnowitz,
der Kreis-Baumeister Spangenberg in Gelnhausen zum Bauinspector daselbst,
der Kreis-Baumeister Wertens in Schlousingen zum Bauinspector daselbst,
der Kreis-Baumeister Berghauer in Paderborn zum Bauinspector in Liegnitz,
der Land-Baumeister von Stückradt in Berlin zum Bauinspector bei dem K. Polizei-Präsidium hier,
der Kreis-Baumeister Bachmann in Pr. Stargardt zum Bauinspector in Oppeln,
der Kreis-Baumeister Cuno in Neuenahr zum Bauinspector in Marburg,
der Chaussee-Districts-Aufseher Langfeldt zum Kreis-Baumeister in Hoyerswerda,
der Wasser-Baumeister Kluge in Coblenz zum Wasser-Bauinspector in Genthin,
der Land-Baumeister Haeger in Berlin zum Bauinspector bei der K. Ministerial-Bau-Commission hier,
der Kreis-Baumeister Schlitte in Nauen zum Bauinspector in Halberstadt.

Digitized by Google

Der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Lex zu Essen ist zum commissarischen technischen Mitgliede der K. Eisenbahn-Commission zu Düsseldorf ernannt.

Dem bei der Oberschlesischen Eisenbahn angestellt gewesenen Eisenbahn-Baumeister Bartels ist die 3te Baubeamten-Stelle im technischen Eisenbahn-Büreau des K. Ministeriums für Handel etc. in Berlin verliehen.

Der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Luck in Lissa ist zum commissarischen Mitgliede der K. Eisenbahn-Commission in Glogau ernannt,

desgleichen der Eisenbahn-Bauinspector Mechelen in Aachen zum Mitgliede der K. Eisenbahn-Commission daselbst,

desgleichen die Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren

Hinüber zu Cassel

und Beckmann zu Hannover

zu Mitgliedern der K. Eisenbahn-Direction zu Hannover. Gleichzeitig sind denselben die Stellen der technischen Mitglieder der K. Eisenbahn-Commissionen zu Cassel (Hannoversche Staatsbahn) resp. zu Hannover definitiv übertragen.

Der Regierungs- und Baurath Dirksen ist zum Vorsitzenden der K. Direction der Berliner Stadt-Eisenbahn-Gesellschaft ernannt.

Dem Eisenbahn-Bauinspector Lehwald zu Frankfurt a. M. ist die Stelle eines technischen Mitgliedes der dortigen K. Eisenbahn-Direction definitiv verliehen.

Erste Anstellungen, Ernennungen.

Der Baumeister Massalsky zu Memel ist zum Eisenbahn-Baumeister bei der Ostbahn ernannt,

desgleichen bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn

die Baumeister Brewitt mit der Anweisung des Wohnsitzes in Elberfeld,

Kratz, ebenso in Aachen,

Hattenbach, do. in Essen,

Schneider, do. in Elberfeld,

und Tetens, do. in Düsseldorf;

der Eisenbahn-Ingenieur Claudius zu Bremen zum Eisenbahn-Baumeister bei der Hannoverschen Staatsbahn in Hannover,

der Baumeister Zeyss zum Eisenbahn-Baumeister und Abtheilungs-Baumeister bei dem Bau der Eisenbahn von Berlin nach Nordhausen unter Anweisung des Wohnsitzes in Stafsfurt,

die Baumeister Bobrik in Danzig,

Heimerdingen in Breslau,

und Steinberg in Magdeburg

zu Land-Baumeistern und Local-Baubeamten der K. Militair-Verwaltung,

der Baumeister Kolszewski in Breslau zum Eisenbahn-Baumeister und Vorsteher des technischen Büreaus der K. Eisenbahn-Commission zu Kattowitz,

der Baumeister Eggert zum Eisenbahn-Baumeister bei der Bebra-Frankfurter Eisenbahn in Frankfurt a. M.,

der Baumeister Rascher zum Eisenbahn-Baumeister und Vorsteher des technischen Büreaus der K. Eisenbahn-Commission in Posen,

der Baumeister Schuchard zum Kreis-Baumeister in Hanau,

der Baumeister Holtzhausen zum Kreis-Baumeister in Leobschütz,

der Baumeister Roseck zum Kreis-Baumeister in Carlsruhe (Schlesien),

der Baumeister Meifsner zum Kreis-Baumeister in Neifse,

der Baumeister Hahn zum Eisenbahn-Baumeister bei der Westfälischen Eisenbahn in Northeim,

der Eisenbahn-Ingenieur Israël zum Eisenbahn-Baumeister bei der Saarbrücker Eisenbahn unter Anweisung des Wohnsitzes in Saarbrücken,

der Baumeister Jungbecker zum Eisenbahn-Baumeister bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn in Hagen,

der Baumeister von Schütz zum Eisenbahn-Baumeister im technischen Central-Büreau der K. Commission zum Bau der Bahn von Berlin nach Nordhausen — in Berlin,

der Baumeister von Moraczewski zum Eisenbahn-Baumeister bei der Ostbahn unter Anweisung seines Wohnsitzes in Bromberg,

der Baumeister Maier zum Kreis-Baumeister in Lingen (für den Baukreis Bentheim),

der Baumeister Seick zum Eisenbahn-Baumeister bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn in Unna,

der Baumeister Zickler zum Eisenbahn-Baumeister bei der Ostbahn zu Schneidemühl,

der Baumeister Braun zum Bau- und Maschineninspector im Bezirk der K. Bergwerks-Direction zu Saarbrücken, mit Anweisung seines Wohnsitzes in Neunkirchen,

der Baumeister Carpe zum Eisenbahn-Baumeister im Verwaltungsbezirk der K. Eisenbahn-Direction zu Saarbrücken unter Anweisung des Wohnsitzes zu Cochem a. d. Mosel,

der Baumeister Kirsten zum Eisenbahn-Baumeister im Verwaltungsbezirk der K. Eisenbahn-Direction zu Frankfurt a. M., mit der Anweisung des Wohnsitzes in Witzenhausen,

der Baumeister Frankenfeld zum Eisenbahn-Baumeister bei der Main-Weser-Bahn in Cassel,

der Baumeister Sobeczko zum Eisenbahn-Baumeister bei der Saarbrücker Eisenbahn zu Saarbrücken,

der Baumeister Hausding zum Eisenbahn-Baumeister bei der Oberschlesischen Eisenbahn in Ratibor,

der Baumeister Gabriel zum Eisenbahn-Baumeister bei der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Görlitz,

der Baumeister Schnebel zum Eisenbahn-Baumeister bei der Saarbrücker Eisenbahn in Saarbrücken,

der Ingenieur Rohrmann zum Eisenbahn-Baumeister und Vorsteher des technischen Büreaus der K. Eisenbahn-Commission zu Harburg,

der Baumeister Dau zum Kreis-Baumeister in Neukirch (Reg. Bez. Gumbinnen),

der Baumeister Blanck zum Eisenbahn-Baumeister bei der Oberschlesischen Eisenbahn in Breslau,

der Baumeister Rump zum Eisenbahn-Baumeister bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn in Altena,

der Baumeister Paarmann zum Land-Baumeister und Local-Baubeamten der K. Militair-Verwaltung in Königsberg i. Pr.,

der Baumeister Simon zum Kreis-Baumeister in Goldberg,

der Baumeister Gottstein zum Eisenbahn-Baumeister bei der Oberschlesischen Eisenbahn in Breslau,

der Baumeister van de Sandt zum Eisenbahn-Baumeister bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn mit dem Wohnsitze in Düsseldorf,

der Baumeister Boës zum Wasser-Baumeister und technischen Hilfsarbeiter bei der K. Strombau-Verwaltung in Coblenz,
der Baumeister Hoesecke zum Land-Baumeister und technischen Hilfsarbeiter bei der K. Ministerial-Bau-Commission in Berlin,
der Baumeister Braune zum Eisenbahn-Baumeister bei der Saarbrücker Eisenbahn mit dem Wohnsitze in Trier.

Versetzungen.

Der zum Kreis-Baumeister in Wolmirstedt ernannte p. Franke ist angewiesen, die Stelle in Neuhaldensleben zu verwalten.
Der Kreis-Baumeister Friese ist von Grofs-Strehlitz nach Neustadt O/Schl. versetzt;
desgleichen der Eisenbahn-Baumeister Naud von Saarbrücken nach St. Wendel,
der Eisenbahn-Baumeister George von Rybnik zur Nassauischen Eisenbahn mit Anweisung seines Wohnsitzes zu Lahnstein,
der Eisenbahn-Baumeister Mentzel von Kattowitz zum technischen Central-Büreau der K. Direction der Oberschlesischen Eisenbahn in Breslau,
der Eisenbahn-Baumeister Carpe von Cochem nach Alf,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Bayer von Saarbrücken nach Trier,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Ballauff von Bromberg zur K. Commission für den Bau der Bahn Berlin-Nordhausen — nach Berlin,
der Regierungs- und Baurath Rampoldt in Glogau als Mitglied der K. Direction der Oberschlesischen Eisenbahn nach Breslau,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Fischer von Posen als Vorsteher des technischen Central-Büreaus der K. Eisenbahn-Direction nach Frankfurt a. M.,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Bauer von Kattowitz zur Bebra-Frankfurter Eisenbahn nach Franfurt a. M.,
der Wasser-Bauinspector Ulrich von Genthin nach Coblenz,
der Kreis-Baumeister Oltmann von Rogasen nach Conitz,
der Kreis-Baumeister Nünneke von Conitz nach Nordhausen,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Burkhard von Breslau nach Lissa,
der Kreis-Baumeister Knipping von Kirchhain nach Rinteln,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Vieregge von Saarbrücken zur Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn nach Breslau,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Berendt von Aachen nach Essen,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Büttner von Guben als Vorsteher des betriebstechnischen Büreaus der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn nach Berlin,
der Bauinspector Kilburger von Eisleben nach Halle,
der Bauinspector Göbel von Halle nach Eisleben,
der Regierungs- und Baurath Schumann von Arnsberg nach Aachen,
der Eisenbahn-Baumeister Schmidt von Trier nach Saarbrücken zur commissarischen Verwaltung der Stelle eines Vorstehers des technischen Büreaus der K. Eisenbahn-Direction daselbst.
Dem Kreis-Baumeister Jager ist gestattet, seinen Wohnsitz von Büren nach Paderborn zu verlegen,
desgleichen dem Kreis-Baumeister von Nehus von Zell a. M. nach Trarbach,
dem Wasser-Bauinspector Katz von Bleckede nach Lüneburg.
Der Bauinspector Tiede in Berlin ist unter Entbindung von seiner Stellung bei der K. Ministerial-Bau-Commission mit den Bauten für die geologische Landes-Anstalt und die Berg-Akademie beauftragt worden.

In den Ruhestand sind getreten, resp. treten:

der Bauinspector Schulze in Nordhausen,
der Bauinspector Richter zu Hanekenfähr,
der Baurath Sonntag in Berlin,
der Geheime Regierungsrath Krafft in Aachen,
der Kreis-Baumeister Jester in Heilsberg,
der Baurath Crüsemann in Halberstadt,
der Bauinspector Vogler in Charlottenburg,
der Bauinspector Winchenbach in Bromberg,
der Kreis-Baumeister Koppen in Rinteln,
der Baurath Regenbogen in Marburg.

Aus dem Staatsdienste sind geschieden resp. scheiden auf ihren Antrag:

der Bauinspector Bargum in Schleswig
und der Bauinspector Vogt in Potsdam.

Gestorben sind:

der Geheime Regierungs- und Baurath Prange in Arnsberg,
und der Kreis-Baumeister Rhese in Kosten.

Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

Original-Beiträge.

Die Elisabeth-Kirche zu Wilhelmshaven.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 48 bis 49 im Atlas.)

Von dem Königl. Marine-Ministerium empfing der Unterzeichnete am 31. August 1865 den Auftrag, für die Bewohner von Wilhelmshaven eine evangelische Kirche zu entwerfen. An Programmsbedingungen wurden aufgestellt: Die Kirche soll 1000 bis 1200 Sitzplätze erhalten, mit einem massiven Glockenthurm versehen und mit möglichster Oekonomie in den gothischen Stilformen des norddeutschen Backsteinbaues errichtet werden.

Digitized by Google

Mit Rücksicht auf das Local als einen höchst wahrscheinlicher Weise rasch aufblühenden Hafenort empfahl es sich, den Entwurf so zu gestalten, dafs bei entwickelteren Verkehrsverhältnissen und späterer Volksannahme die Kirche ohne Beeinträchtigung des Grundrisses eine passende Erweiterung gestatte. Im Verfolg dieses Gedankens wurde der verlangte Glockenthurm nicht — wie allgemein üblich — an der Vorderfront, der Westseite, sondern über der Durchschneidung von Kreuz- und Langschiff, über der Vierung aufgestellt. Diese Anordnung gestattete, je nach Erfordernifs, die Verlängerung des Langschiffes um ein oder mehrere Joche nach Westen hin und dadurch eine Gewinnung von 120, 240 etc. Sitzplätzen, ohne dafs die Haupterscheinung der Kirche wesentlich modificirt, noch bei dem etwaigen Erweiterungsbau der Gottesdienst unterbrochen zu werden brauchte. Aus der Aufstellung des Thurmes ergab sich als weitere Consequenz die Ausbildung der Kirche als Kreuzkirche mit Unterbringung der Emporen in den Kreuzflügeln.

Die bei allen Bauten der Marine-Etablissements zu Wilhelmshaven Seitens des K. Marine-Ministeriums stets festgehaltenen Ansprüche auf solide und monumentale Durchführung im Innern wie im Aeufsern, führten schon bei den Skizzen zu dem Entschlufs, die ganze Kirche zu überwölben und den Thurm mit einer massiven Spitze auszustatten.

Auf das nach solchen Gesichtspunkten in zwei Monaten speciell bearbeitete und unterm 10. November eingereichte Project wirkten die thatenreichen Ereignisse des Jahres 1866 hemmend und hindernd ein. Denn erst im Februar 1867 erfolgte die Allerhöchste Genehmigung Seiner Majestät des Königs. Im Anschlusse an diese Entscheidung, sowie auf Grund weiterer Berathungen wurde eine Erweiterung des Projects im Langhause um eine Jochlänge befohlen. Demnächst erfolgte die Bearbeitung zweier speciellen Kostenanschläge, des einen bezüglich der Kosten des Tiefbaues von dem K. Hafenbau-Directorium in Wilhelmshaven, des anderen bezüglich der Kosten des Hochbaues von dem Unterzeichneten in Berlin. Die Kosten des letzteren wurden auf rot. 53000 Thlr., die des ersteren auf rot. 25000 Thlr. ermittelt. Diese bei den schwierigen Grund- und Terrainverhältnissen sehr mäfsige Kostensumme konnte nur erreicht werden, wenn der ganze Entwurf mit Verzichtleistung auf jede reichere decorative Ausbildung, bescheiden in den Maafsen, knapp in den Mauerstärken und ökonomisch in den Kunstformen gehalten wurde.

Nachdem auch während des Jahres 1868, durch wichtigere Bauausführungen behindert, die Ausführung geruht hatte, erfolgte der Beginn der Arbeiten am 1. März 1869 mit den Fundirungsarbeiten. Die ganze Kirche erhielt wegen des sehr mittelmäfsigen Baugrundes, aus Klai, Torf, Knick etc. bestehend, einen Pfahlrost von kiefernen Pfählen. Zu dem Thurmfundament wurden 40füfsige, zu den übrigen Fundamenten 36füfsige Pfähle genommen und die Rammarbeiten mittelst der Dampframme geleistet. Am 1. Juni jenes Jahres konnte mit den Maurerarbeiten begonnen und am Ende desselben die Hauptgesimse auf den Umfassungsmauern versetzt werden. Während des Jahres 1870 wurde der Dachstuhl aufgebracht und Ende October der Thurm mit seiner massiven Spitze vollendet. Das Baujahr 1871 war der Einspannung der Gewölbe und der Ausführung des inneren Ausbaues gewidmet. Am 19. Mai d. h. dem Pfingstsonntage 1872 erfolgte die feierliche Einweihung.

Die Planbildung der nach den oben entwickelten Anschauungen projectirten Kirche lassen die Grundrisse Blatt 44 genügend erkennen. Der Thurm steht über der Vierung, in den Kreuzflügeln befinden sich die Seitenemporen, zu denen die in den einspringenden Ecken des Chorpolygons und des Kreuzes angeordneten Treppen führen. Im Chorpolygon ist durch Aufstellung einer niedrigen Hinterwand, welche den Einfluls des Lichtes nicht behindert, der nöthige Raum zu einer kleinen Sacristei mit Vorplatz beschafft worden. Die Kanzel steht am Nordost-Vierungspfeiler; ihr gegenüber an dem Westgiebel die Orgel auf der dort angeordneten Empore. Für die Kirchgänger sind die drei Eingänge so gelegt und mit Doppelthüren derartig ausgestattet worden, dafs Zugbildung möglichst vermieden ist. Das Bestreben, den bebauten Innenraum für Sitzplätze möglichst auszunutzen, hat zu Minimalabmessungen bezüglich der Gänge geführt. Aus derselben Rücksichtnahme erklären sich die ebenfalls auf ein Minimum gebrachten Mauer- und Pfeilerstärken. In Verbindung mit der trefflichen Ausführung und einer sehr sorgfältigen Fundirung haben die letzteren aber nach $1\frac{1}{2}$ jähriger Vollendung und Uebergabe sich so vorzüglich bewährt, dafs ihrer Festhaltung bei ähnlichen Höhen- und Spannungsverhältnissen nichts im Wege stehen dürfte.

An Sitzplätzen allgemein üblicher Abmessung sind im unteren Kirchenraume vorhanden 840, auf den drei Emporen 286, zusammen 1126.

Die Blätter 45 und 46 geben die Darstellungen der Chorfaçade und der Südlangfaçade. Aus beiden kann die architektonische Entwickelung und formale Behandlung erkannt und beurtheilt werden. Die Hauptgesimse liegen in einer Höhe von 41 Fufs; der Thurm erreicht mit der Oberkante seines Kreuzes die Höhe von 180 Fufs.

In ähnlicher Weise lassen die Blätter 47 und 48 die structiven und formalen Verhältnisse des Innern erkennen. Der Querschnitt durch das Langhaus ist benutzt worden, die Anordnung der Orgel-Empore und das gewählte System des Dachverbandes zu zeigen; dem Querschnitt durch die Vierung und Kreuzflügel ist eine Andeutung der erfolgten Pilotage und der Bodenverhältnisse beigefügt worden. Der auf Bl. 48 mitgetheilte Längenschnitt zeigt in Verbindung mit Blatt 49, einem Diagonalschnitte durch den Thurm, die gewählte Structur, um den erforderlichen Glockenthurm constructiv sicher über den $22\frac{1}{2}$ Fufs weit gespannten Vierungsbögen aufzustellen. Das zweite Hauptgeschofs des Thurmes und die Bodenräume sind durch die beiden östlichen Treppenthürme mittelst sandsteinerner Spindeltreppen leicht und bequem zugänglich. Die Obergeschosse des Thurmes werden durch Holztreppen erstiegen; für eine Ersteigung der massiven Spitze ist mittelst eiserner Steigehaken gesorgt, auch eine etwaige Befahrung von aufsen her durch entsprechende Hakenanordnung vorgesehen. Die Befestigung des Metallkreuzes, die Construction des auf 2 Glocken (von 21 und 12 Ctr. Gewicht) berechneten Glockenstuhls, sowie die Verschliefsung der Glockenstube durch Zink-Jalousien ist in üblicher bewährter Weise erfolgt.

Bei der Fundamentirung des Vierungsthurmes ist (zusätzlich) die empfehlenswerthe Anordnung, die vier Pfeiler mittelst vier flacher Erdbögen zu verbinden, getroffen worden. Das gesammte Fundamentmauerwerk ist von hartbraunen

Digitized by Google

Steinen in Trafsmörtel, das obere von tiefrothen, vorzüglich haltbaren Bockhorner Ziegeln hergestellt worden. Die Sättigung und Gleichmäfsigkeit dieses Backsteintons in Verbindung mit den dunkeln Schieferdächern und einer sehr sorgfältigen Ausfugung verleihen der Kirche eine sehr harmonische Gesammtstimmung. Die 10 Zoll starke Thurmspitze ist aus schräg (winkelrecht zum Neigungswinkel) gestellten Klinkern ganz in Cementmörtel aufgemauert worden. Die Profilsteine sind in genügender Güte aus der Ziegelei von Rennberg in Holstein, alle gebrannten Thonstücke aus der renommirten Fabrik des Commerzienrathes March in Charlottenburg bezogen worden.

Auch die innere Ausstattung ist hinter der äufsern nicht zurückgeblieben. Der Fufsboden ist zwar nur in gemustertem Ziegelpflaster hergestellt, aber die Altarfenster mit Grisaillemalerei von Oidtmann in Linnich bei Aachen, sowie der von Spinn & Menke (Berlin) gelieferte Eichenholzaltar mit einem Oelbilde (den Auferstandenen darstellend) von Stankiewicz geschmückt worden. Den Taufstein in gebranntem Thon lieferte March's Fabrik, die in Eichenholz geschnitzte Kanzel der Holzbildhauer Arnold in Bremen, die Orgel der Orgelbaumeister Schmid in Oldenburg.

Bis jetzt wird nur die Sacristei mit einem eisernen Ofen geheizt, später soll die Kirche eine Canalheizung erhalten.

Die Baukosten haben betragen 82000 Thlr.; davon erheischte die Fundamentirung 24500 Thlr.

Schliefslich ist es mir eine werthe Pflicht, für die zum Gelingen des Werks so nothwendige ausdauernde Liebe und Hingebung den Herren Ober-Ingenieur Vogler und Bauführer Feyerabend meinen wärmsten Dank und vollste Anerkennung ihrer Leistungen hiermit öffentlich auszusprechen.

Berlin, September 1873.

F. Adler.

Gebäude der pflanzenphysiologischen Versuchsstation des Königl. pomologischen Instituts zu Proskau.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 50 bis 52 im Atlas.)

Das in Proskau im Jahre 1867 errichtete Königl. pomologische Institut hat den Zweck, durch Lehre und Beispiel die Gärtnerei im Preufsischen Staate, besonders die Nutzgärtnerei und namentlich den Obstbau zu fördern. Zu diesem Zwecke ist das qu. Institut bestrebt, sowohl durch einen musterhaften Betrieb der Baumschulen wie überhaupt aller Pflanzungen und gärtnerischer Culturen, als auch durch wissenschaftliche Forschungen auf dem Gebiete der Obstcultur und der Pomologie, Gelegenheit zur möglichst vielseitigen Belehrung zu bieten.

Zur Förderung wissenschaftlicher Forschungen soll die im vorigen Jahre errichtete pflanzenphysiologische Versuchsstation dienen; sie hat die Aufgabe, Versuche über das Gedeihen der für den Gärtner wichtigen Culturpflanzen, namentlich der Obstbäume anzustellen.

Bei dieser weitumfassenden Aufgabe ist selbstverständlich gleich bei der Einrichtung der Versuchsstation an eine Beschränkung des Arbeitsplanes gedacht worden, da solche Aufgabe sich, ähnlich wie bei den landwirthschaftlichen Versuchsstationen, nur durch strenge Arbeitstheilung ihrer Lösung entgegenführen läfst. Die hiesige Anstalt wird speciell einen Punkt ins Auge fassen, der bisher nur von sehr wenigen Physiologen bearbeitet worden ist: die Krankheiten der Pflanzen.

Noch weniger als bei den landwirthschaftlichen Culturpflanzen, weifs man bei den Gartenpflanzen und speciell bei den Obstbäumen die Ursachen der mannigfachen Krankheiten. Man weifs wohl, dafs in einem Jahre Fruchtaugen und Fruchtzweige entstehen, im anderen Jahre nicht, dafs dieselbe Obstsorte auf einem Boden gute Früchte trägt, während sie in demselben Jahre auf anderem Boden schlechte oder gar keine Früchte erzeugt. In demselben Klima sterben Bäume derselben Obstsorte auf bestimmtem Boden, der in kurzer Entfernung in anderer Lage gesunde Exemplare erzeugt u. s. w. u. s. w.

Demgemäfs wird es sich darum handeln, durch Experimente festzustellen, wie die Obstbäume sich gegen die einzelnen Wachsthumsfactoren, wie Wasser, Bodenwärme, mechanische Bodenconstitution, chemische Zusammensetzung verhalten, welche Sorten bei den einzelnen Arten sich am besten bewähren, welches das richtige Maafs ist für das normale Gedeihen und unter welchen Umständen ein Uebermaafs einzelner Factoren zu Krankheiten Veranlassung giebt. Durch die künstliche Erzeugung von Krankheiten läfst sich die Ursache am leichtesten erkennen und am besten das Heilverfahren anbahnen. Gleichzeitig wird sich auf diesem Wege auch die Frage lösen lassen, ob solche durch mangelhafte Ernährung kränkelnde Obstbäume und andere Gartenpflanzen von den Krankheit erzeugenden Pilzen mit Vorliebe heimgesucht werden.

Die Lösung solcher Aufgabe nach den heutigen Anforderungen der Wissenschaft kann nur durch Vereinigung des Anatomen mit dem Chemiker gelöst werden.

Das Hauptgebäude enthält deshalb zunächst ein anatomisches Arbeits-Cabinet (Mikroskopirzimmer); an dieses stöfst ein kleines chemisches Laboratorium mit Verdampfungsherd, Sandbad und Dampf-Apparat, dessen Dämpfe entweder nur zur Heizung des Trockenschranks benutzt werden, bevor sie zum Kühlapparat kommen, oder auch in den Raum für Reagentien geleitet werden, wo sie zum Abdampfen von Aether etc. Verwendung finden. Der durch Glaswand vom Laboratorium abgeschlossene Raum enthält die chemischen Waagen und in geschlossenen Schränken die nothwendigsten literarischen Hilfsmittel. Das anatomische Arbeits-Cabinet (Mikroskopirzimmer) enthält Apparate zu Pilzculturen, Keimungsversuchen etc.

Die Wohnung des Assistenten, aus Stube und Alkoven bestehend, schliefst sich den oben angeführten Räumen an; ein Zimmer für den Wärter befindet sich im Dachraum, letzterer enthält ferner Kammern für Präparate und Requi-

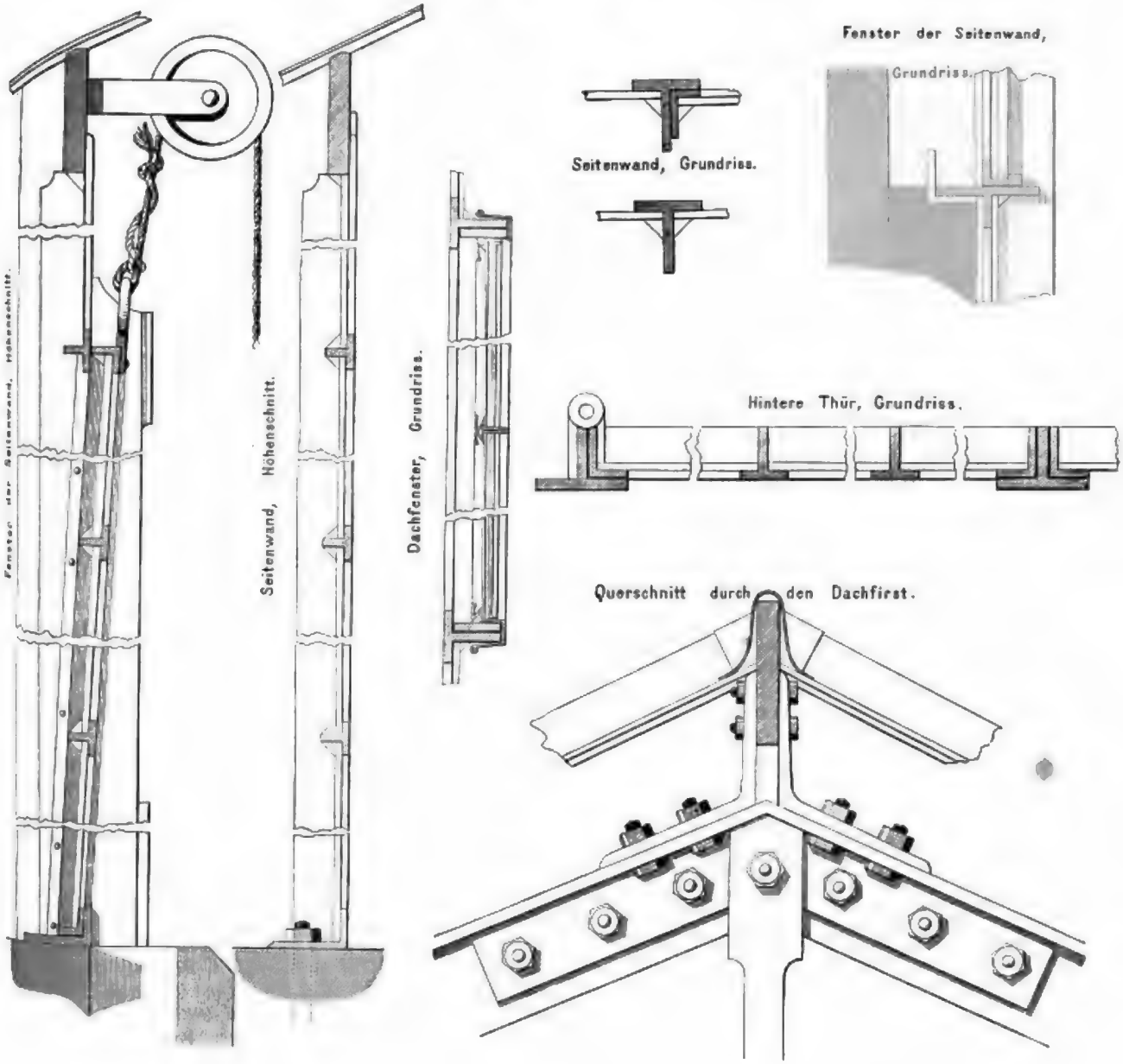
Digitized by Google

siten. Das im Putzbau ausgeführte Hauptgebäude entspricht in seiner Architektur den übrigen Gebäuden des Pomologischen Instituts, es ist mit Schiefer auf Schalung gedeckt.

Das Untersuchungsmaterial wird künstlich im Vegetationshause herangezogen.

Die Pflanzen, mit denen an Versuchsstationen zunächst und vorzugsweise Vegetationsversuche ausgeführt werden, sind die gewöhnlichen Cultur- also Freifeldpflanzen. Es mufste daher bei dem Neubau eines passend construirten Vegetationshauses vor allen Dingen das Bestreben darauf gerichtet sein, dafs die betreffenden Versuchsobjecte hinsichtlich der Einwirkung des Lichtes, der Luft und theilweise auch der Feuchtigkeit soweit möglich fortwährend solchen äufseren Verhältnissen ausgesetzt sind, wie sie erfahrungsmäfsig auch im freien Felde eine durchaus gesunde und nach Umständen üppige Entwickelung der Culturpflanzen bedingen. Man mufs mit einem Worte die Versuchspflanzen stets in einer freien, bewegten Luft vegetiren lassen, gleichzeitig aber ihnen einen vollkommenen Schutz gegen den nachtheiligen Einfluss einer zeitweise ungünstigen Witterung gewähren können. Demzufolge steht das Vegetationshaus mit dem freien Giebel genau nach Süden, und wird gegen Norden durch das Hauptgebäude

Details vom Vegetationshause.
1/8 der natürl. Gröfse.



Digitized by Google

geschützt. Der untere Theil des Hauses schneidet $0{,}_{50}$ m tief in den Boden ein, ist aus Mauersteinen in Kalk ausgeführt und innerhalb mit Cement geputzt; der Fufsboden mit Mauersteinen gepflastert.

Die Plinthe steht $0{,}_{27}$ m über der Oberfläche des umgebenden Terrains vor, so dafs der innere Raum im Ganzen eine Tiefe von $1{,}_{12}$ m hat, von der Oberkante des Fufsbodens bis zur Oberkante der Plinthe gemessen, auf welche das weitere, ganz aus Eisen und Glas construirte Gebäude (Details siehe Seite 293, 294 und auf Bl. 52) gesetzt ist.

Im Innern hat das Haus $5{,}_{23}$ m Länge und $3{,}_{66}$ m Breite; die Längsseiten (Ost- und Westseite) des aus Eisen und Glas construirten Theiles sind bis zum unteren Ende des Satteldaches $2{,}_{09}$ m hoch, die Höhe des letzteren beträgt $1{,}_{06}$ m, also die ganze innere lichte Höhe des Hauses $4{,}_{27}$ m. An der Ost- und Westseite befinden sich je 6 Fenster — jedes $1{,}_{1}$ m hoch und $0{,}_{55}$ m breit — an der Südseite zwei Fenster von gleicher Gröfse und aufserdem eine zweiflügelige Thüröffnung $2{,}_{40}$ m breit und $2{,}_{05}$ m hoch.

An der nördlichen Seite, neben dem Treppenhause sind noch 2 Fenster vorhanden, welche wie die übrigen mittelst Ziehrolle und Kette zum Herunterlassen eingerichtet und nach Belieben ganz oder theilweise zu öffnen sind.

Den 6 Fenstern der Längswände entsprechen an jeder Seite des Satteldaches 6 Fenster von gleicher Breite wie die Seitenfenster, aber von gröfserer Länge, welche von aufsen durch eiserne, mit einem Charnier versehene Stangen in verschiedener Höhe aufgestellt werden können, so dafs das Vegetationshaus im Ganzen, die zweiflügelige Thüre im Südgiebel mitgerechnet, 29 in jeder Höhe festzustellende Oeffnungen besitzt, und somit nach allen Richtungen hin vollständige Ventilation ermöglicht ist.

Selbst die vollständigste Ventilation eines aus Eisen und Glas erbauten Vegetationshauses ist aber nicht genügend, um bei Versuchen mit Culturpflanzen ein vollkommen normales und gleichförmiges Wachsthum der letzteren zu bewirken. Dies ist nur möglich, wenn man die Pflanzen recht oft und lange dem belebenden Einflufs einer völlig freien und bewegten Luft, eines hellen ungebrochenen Lichtes und einer naturgemäfsen Feuchtigkeitsatmosphäre auszusetzen vermag. Zu diesem Zwecke ist das Vegetationshaus mit einer kleinen Eisenbahn in Verbindung gesetzt, auf welcher die sämmtlichen Versuchsobjecte in jedem Augenblicke ins Freie hinausgeschoben und eben so leicht bei eintretender ungünstiger Witterung wiederum unter das schützende Dach des Hauses gebracht werden können.

In der Mitte des letztern sind zwei sehr feste, $0{,}_{45}$ m hohe Tische, deren Platten $0{,}_{80}$ m breit und $3{,}_{50}$ m lang sind, aufgestellt. Auf den Tischplatten sind Eisenbahnschienen befestigt und diese Schienen, durch die in der Giebelwand des Hauses befindliche grofse Thüröffnung reichend, nach Süden hin ins Freie hinaus fortgesetzt. Die Schienen sind an beiden Enden der Eisenbahn ein wenig aufwärts gebogen, um die Wagen aufzuhalten.

Die Wagen, auf jedem Tische zwei von $1{,}_{75}$ m Länge und reichlich $0{,}_{80}$ m Breite, bestehen aus einer starken Platte von Eichenholz, ringsum mit einem $0{,}_{05}$ m hohen Rande versehen, und laufen auf niedrigen, mittelst Achsen verbundenen eisernen Rollen, welche den Schienen angepafst sind.

Diese Wagen sind bestimmt, die Versuchs-Objecte zu tragen, und zwar zunächst je 2 hölzerne, ringsum geschlossene, aufsen und innen mit Oelfarbe angestrichene Kisten, jede $1{,}_{68}$ m lang, $0{,}_{78}$ m breit und $0{,}_{30}$ m hoch. Die dem Innern des Hauses zugekehrten äufseren Längswände dieser Kisten lassen sich herausnehmen, so dafs sich die auf den beiden Schienensträngen einander gegenüberstehenden Wagen durch eine Zwischenlage erforderlichen Falls zu einem grofsen Wagen vereinigen lassen. In den oberen (Deck-) Brettern der Kisten sind auf dem Längenschnitt 3 runde Löcher, etwa $0{,}_{18}$ m im Diameter grofs, angebracht, welche genau dem Querschnitte grofser Cylindergläser entsprechen. Die Gläser, in welchen die Versuchspflanzen stehen, haben einen Inhalt von ca. 1582 kbcm und werden mit ausgeglühtem Quarzsande gefüllt; letzterer nimmt die Nährstoffe der Versuchsobjecte, Wasser etc., welche in bestimmten Quantitäten zugemessen werden, auf, so dafs die ersteren einmal sehr dürftig, ein anderes Mal sehr üppig genährt werden können. Vorläufig müssen zu derartigen Versuchen noch Gartenexemplare genommen werden, es sind aber bereits die Vorbereitungen getroffen, dafs genau von Jugend auf gekannte Versuchspflanzen aus Kernen von derselben Sorte und von Früchten desselben Baumes aus demselben Jahrgange herangezogen werden können.

Bei dem langsamen Wachsthume des Obstbaumes wird allerdings erst in einigen Jahren der volle Nutzen der Station sich zeigen können.

In sämmtlichen 8 Holzkisten können im Ganzen 72 Gläser von derselben Gröfse aufgestellt und es kann daher mit eben so viel verschiedenen Nährstofflösungen oder Pflanzen experimentirt werden.

Uebrigens würden sich, wenn nöthig, noch weitere Versuchsobjecte an den Seitenwänden des Hauses aufstellen lassen, für welche man dann freilich auf die Benutzung der Eisenbahn verzichten müfste.

Jene 72 Gläser aber und die darin vegetirenden Pflanzen sind hinsichtlich der Beleuchtung etc. völlig gleichen Verhältnissen ausgesetzt.

Die Versuchspflanzen werden so oft und so lange, als die Witterung irgend gestattet, bei Nacht wie am Tage im Freien gelassen und sie erhalten bei einer solchen Behandlungsweise eine hinreichende Festigkeit im Stengel und Halm etc., um selbst einem ziemlich starkem Winde widerstehen zu können.

Den gemachten Beobachtungen zufolge ist es für das Gedeihen der Versuchspflanzen von grofsem Werthe, dafs die letzteren in einer natürlich feuchten Atmosphäre sich befinden. Zu diesem Zwecke ist die Umgebung der Eisenbahn vor dem Hause bis an die auf Schwellen ruhenden Schienen mit Erde aufgefüllt, aufserdem in einer Entfernung von $0{,}_{62}$ m bis $0{,}_{94}$ m von letzteren (nach Süd, Ost und West) ein kleiner Erdwall aufgeworfen und die ganze Fläche nebst Erdwall mit einer passenden Grasmischung angesäet. Auf diese Weise stehen also die Versuchspflanzen, wenn die oben beschriebenen Rollwagen ins Freie hinausgeschoben sind, mitten in einem grünen Rasen, der nach Bedarf mit Wasser begossen und von Zeit zu Zeit geschnitten wird. Diese Umgebung verhindert eine zu hohe Steigerung der Hitze in den Nährstofflösungen und die fortdauernde Verdunstung fördert in hohem Grade die gesunde Entwickelung der Ver-

Digitized by Google

suchsobjecte, namentlich in den ersten Perioden der Vegetation, zur Zeit der Bestockung und Halmbildung; der Standort der Pflanzen wird dadurch ein durchaus normaler und somit das Gelingen der Versuche um so mehr gesichert.

Die Construction des Vegetationshauses geht aus den hier beigefügten Detailzeichnungen hervor; für die Verglasung desselben ist starkes Doppelglas verwendet worden.

Die Kosten des Hauptgebäudes betragen 5300 Thlr.,
" " " Vegetationshauses . . 2500 "

daher Gesammtkosten der Anlage . . 7800 Thlr.

Proskau, im Februar 1874.

Engel.

Ueber Fundirungen mit Senkbrunnen nebst Beschreibung einiger Fälle aus der Praxis.

(Mit Zeichnungen auf Blatt J im Text.)

Einleitung.

Eine Fundirung auf Brunnen ist nichts anderes als eine Fundirung auf einzelnen Pfeilern, welche je nach Bedürfnifs bis auf oder in den tragfähigen Boden versenkt und nachher durch geeignete Constructionen verbunden werden, um das betreffende Bauwerk auf der so gebildeten Grundfläche zu errichten.

Zum Zweck ihrer Versenkung werden die Pfeiler zunächst hohl aufgeführt, damit das unter ihnen befindliche Erdmaterial in möglichst reducirter Masse und möglichst ohne Störung durch äufsere Einflüsse gelöst und gehoben werden kann. Diese hohl ausgeführten Pfeiler werden mit dem allgemeinen Ausdruck: Brunnen bezeichnet. Sind sie bis zur nöthigen Tiefe gebracht, so werden sie mit geeignetem Material ausgefüllt und in feste, massive Pfeiler verwandelt.

Diese höchst einfache Art der Fundirung bei ungünstigen Untergrundverhältnissen ist in Berlin für Hochbauten wohl zum ersten Mal im Jahre 1846 bei dem Bau der hiesigen Hamburger Eisenbahnhofs-Gebäude zur Anwendung gebracht worden und erst in neuerer Zeit für Brückenbauten zur ausgedehnten Benutzung gelangt. Als Fundirungsmethode für Brücken ist sie aber jetzt ganz besonders entwickelt und bis zu der unter den schwierigsten Verhältnissen mit grofsem Erfolge benutzten pneumatischen Gründungsart ausgebildet worden. In Nachstehendem soll jedoch nur von den einfacheren Anwendungen die Rede sein, da die complicirteren Methoden durch detaillirte Beschreibung ausgeführter Bauten, als der Strafsburger (Kehler) Rhein-Brücke, der Brücken bei Königsberg, Stettin, Hämerten, bereits hinlänglich bekannt geworden sind.

Brunnenkränze.

Um dem Mauerwerk beim Senken einen festen Zusammenhang zu geben, wird der Brunnen auf einer Unterlage, Brunnenkranz oder Schling genannt, aufgeführt. Dieser Brunnenkranz erhält im Querschnitt nach unten eine mehr oder weniger keilförmige Form, je nachdem es nothwendig erscheint, das Eindringen desselben in den Boden zu erleichtern.

Der Kranz wird aus Verbandhölzern geschnitten und zusammengefügt oder aus mehreren Lagen von Bohlen gefertigt, bisweilen noch mit Eisen armirt, auch mit senkrecht stehenden, fafsartig angebrachten Bohlen verbunden, oder auch ganz aus Schmiede- oder Gufseisen hergestellt. Die Wahl des Materials und der Construction hängt wesentlich von der Gröfse der Brunnen, der Tiefe ihrer beabsichtigten Versenkung und der somit zu erwartenden Belastung, sowie von der Art des Bodens ab.

Die aus Verbandholz gefertigten Kränze sind selbst bei den sorgfältigsten Ueberblattungen und Verbolzungen in ihren Verbindungen nicht leicht solide genug herzustellen. Die eisernen Kränze, bei denen die schmiedeeisernen Kränzen (Blatt J, Fig. 1) vor den mit Flanschen versehenen und verschraubten gufseisernen Kränzen (Fig. 2) den Vorzug verdienen, weil sie elastischer sind und bei einseitiger Inanspruchnahme, verursacht durch vorkommende Steine und andere Hindernisse und Zufälle, nicht so leicht leiden, sind namentlich für kleinere Ausführungen sehr kostspielig, weshalb in den meisten Fällen die Bohlenkränze gewählt werden. (Fig. 3 und Fig. 4.)

Diese werden aus 2 bis 4 Lagen und mehr $1\frac{1}{2}$- bis 3zölliger Bohlen, je nach der Inanspruchnahme ihrer Festigkeit, ganz nach Art der gewöhnlichen Brunnenkränze gefertigt und wird darauf gehalten, dafs die untersten Bohlenlagen am schmalsten resp. keilförmig nachgearbeitet, die darauf folgenden immer breiter genommen werden, um einen möglichst keilförmigen Querschnitt zu erzielen. Fürchtet man auf steinigen oder ähnlich ungünstigen Boden zu stofsen, so können die Kränze noch auf verschiedene Art mit Eisen und auch mit Bohlen armirt werden, was ihnen einen noch gröfseren Zusammenhalt und eine gröfsere Widerstandsfähigkeit bei einseitigen Einwirkungen verleiht, als die blofse Verbolzung und Vernagelung der Bohlen.

Viereckige und ähnlich geformte Brunnen werden sich auf die beim Ausbaggern entstehende kegelförmige Baugrube hauptsächlich mit den Ecken aufsetzen, und werden die Mitteltheile zwischen den Ecken wenig Unterstützung finden, so dafs die Seitenwände der Brunnen wie Gewölbe mit der in Fig. 5 punktirten Druckmittellinie anzusehen sind. In Folge des Horizontalschubs dieser Gewölbe erhalten die unteren Theile des Brunnens das Bestreben auseinander zu gehen, während die oberen Theile zusammengedrückt werden. Es empfiehlt sich deshalb, bei viereckigen und ähnlichen Brunnen, welche sehr tief gesenkt werden sollen und auch vermöge der Bodenbeschaffenheit etc. grofser Inanspruchnahme ihrer Festigkeit voraussichtlich ausgesetzt sein werden, die Seitenwände des Kranzes der Länge nach zu verankern. Aufserdem wird bei derartig geformten Brunnen in Folge der natürlichen Kegelform der gebaggerten Baugruben das Nachstürzen des Bodens viel mehr in der Mitte der Seitenflächen, als in der Nähe der Ecken erfolgen. Um dies möglichst zu verhindern und das Nachrutschen des Bodens möglichst gleich-

Digitized by Google

mäfsig zu gestalten, empfiehlt es sich, bei grofsen und schwierigen Bauausführungen der Art die Brunnenkränze in der Mitte der geradlinigen Theile höher oder vielmehr tiefer gehend zu gestalten, als in den Ecken (cf. Skizze Fig. 5 im Schnitt), was namentlich bei schmiedeeisernen Brunnenkränzen sehr leicht zu erreichen ist.

Form der Brunnen.

Die natürlichste und allen Einwirkungen am leichtesten widerstehende Form des Querschnitts der Brunnen ist die kreisrunde Form, welche auch bei den zur Wasseransammlung bestimmten Brunnen von jeher im Gebrauch gewesen ist. Dieselbe wurde daher auch bei den Fundirungen zuerst und am meisten angewendet. Um die Flächen für die Weiterführung des Bauwerks zu bilden, geht man mittelst consolenartiger Ueberkragungen in die viereckige oder sonst nothwendige Form über. Die Ausführung dieser äufseren Ueberkragungen aus der Kreisform (Fig. 6) zeigt immer manche Schwierigkeiten und besitzt namentlich auch den Nachtheil, dafs ein ferneres Versenken des Brunnens nach Herstellung derselben kaum noch möglich ist, wenn die Ueberkragung tiefer in den Boden hineinkommt. Bisweilen erscheint aber wider Erwarten ein tieferes Versenken der Brunnen, als ursprünglich angenommen, durchaus nothwendig. Aufserdem bietet die aus Kreisflächen sich zusammensetzende Grundfläche für Bauwerke, welche einem starken Seitenschub widerstehen sollen, wie z. B. Futtermauern etc., weniger Sicherheit und Widerstandsfähigkeit, als eine andere Form, und mufs eventuell, um gleichen Erfolg zu erlangen, den Brunnen ein sehr grofser Durchmesser gegeben werden. Man ging daher zu dem Versuche über, den Brunnen viereckige und andere, dem Bedürfnifs des herzustellenden Bauwerks möglichst entsprechende Formen (Fig. 7) zu geben und hat dabei so gute Erfolge erzielt, dafs jetzt kaum noch andere Querschnittsformen zur Anwendung kommen. Es empfiehlt sich jedoch, bei allen diesen Formen die Ecken im Innern möglichst durch Ueberkragungen etc. abzustumpfen und sich der runden Form hier zu nähern, wodurch eine wesentliche Verstärkung dieser schwächeren Punkte erzielt wird.

Im Längsschnitt werden die Brunnen über dem Kranze gewöhnlich etwas eingezogen (Fig. 8), um die Reibung im Erdboden zu vermindern und so das Senken zu erleichtern. Da die Stärke des Mauerwerks meistentheils die Breite der Kränze übertrifft, so wird der Uebergang durch Ueberkragungen nach Innen gebildet.

Man hat auch versucht, gröfsere Brückenpfeiler nicht auf 3, 4 oder mehreren Brunnen zu gründen, sondern das Fundament des ganzen Pfeilers als einen einzigen grofsen Brunnen in der Form des Pfeilers und unter Zugabe der Bankettstärken zu versenken. Diese Experimente sind jedoch nicht immer geglückt und auch nicht anzurathen, da Brunnen von so colossalen Dimensionen sehr starke Kranzconstructionen verlangen, schwer zu dirigiren sind und durch alle etwa im Baugrunde oder sonst auftretenden Hindernisse zu sehr beeinflufst werden.

Stärke der Brunnenwände.

Betrachtet man zunächst einen kreisrunden Brunnen, als den statisch bestgeformten, bei welchem unter günstigen Bodenverhältnissen und bei vorsichtiger Baggerung der Brunnenkranz stets gleichmäfsig auf der Sohle aufsteht und dieselbe belastet, so wirken auf diesen Brunnen:

1) in horizontaler Richtung der Erd- und Wasserdruck. Wird die Senkung des Brunnens durch Baggern ausgeführt, so wirken diese Kräfte von allen Seiten gleichmäfsig und wird sich, selbst wenn von Innen nur Wasser, von Aufsen Boden etc. drücken, rechnungsmäfsig kein praktisch ausführbares Maafs für die Brunnenwandstärke ergeben. Wird der Brunnen dagegen auf andere Weise gesenkt, so dafs im Innern eine niedrigere Wassersäule etc. entsteht, als von Aufsen, so wirkt die Differenz derselben zusammendrückend und ist die zum Widerstand nöthige Wandstärke nach bekannten Formeln leicht zu ermitteln. Auch hier werden sich nur mäfsige Dimensionen ergeben.

2) in vertikaler Richtung:

a. das Eigengewicht des Brunnens und die zur Beförderung des Sinkens etwa aufgebrachte Belastung;

b. die Reibung an den Aufsenflächen in Folge des Erddrucks und der Adhäsion des Bodens. Diese Reibung wird gewöhnlich nur bei sehr tief zu versenkenden Brunnen und bei wechselnden Erdschichten in Betracht zu ziehen sein, da namentlich dann, wenn in der Tiefe moorige und andere mehr schwimmende Formationen angetroffen werden und darüber lehmiger und thoniger Boden ansteht, ein Abreifsen der unteren Theile der Brunnen, soweit sie die losere Bodenart erreicht haben, eintreten kann. Diesen Gefahren ist durch später anzugebende Hilfsconstructionen zu begegnen und sind dieselben rechnungsmäfsig schwer in Betracht zu ziehen, zumal da sie auf die Stärke der Brunnenwände von geringerem Einflufs sind und die Cohäsion des Mörtels allein ihnen nicht widerstehen wird.

Andererseits können das Eigengewicht und die Belastung bei ungeschicktem Baggern und bei ungleichmäfsigen Bodenarten leicht gefährlich wirken, sobald der Brunnen einseitig aufsteht. Der übrige Theil kragt alsdann consolenartig über und hat erhebliche Spannungen auszuhalten, welche eine Trennung in zwei oder mehr vertikal oder schräg gespaltene Theile herbeiführen können. Einer der ungünstigsten Fälle der Art ist in Figur 9 dargestellt, wo der Brunnen bis zur Hälfte, einschliefslich des Schwerpunktes, noch unterstützt ist, die andere Hälfte aber frei übersteht. Der unterstützte Theil ist im Grundrifs schraffirt angegeben.

Bei ungenügender Stärke und nicht ausreichendem Zusammenhang wird der Brunnen in den Schnittflächen ab und cd des Grundrisses und ef des Längenschnitts auseinanderreifsen.

Die Spannungen im Mauerwerk ergeben sich aus dem Biegungsmoment des überkragenden Theils in Bezug auf die Schnittfläche ef. Bei z. B. 14 Fufs Durchmesser und 2 Fufs Wandstärke liegt der Schwerpunkt dieses Theils auf ca. $5{,}_4'$ von der Mitte des Brunnens ab. Das Gewicht beträgt etwa 900 Ctr. und ist das Biegungsmoment

$= 5{,}_4 \cdot 900 = 4860$ Centnerfufs $= 58320$ Centnerzoll.

Das Widerstandsmoment der beiden Schnittflächen ab und cd ist, auf Zolle bezogen:

$$W = 2\frac{bh^2}{6} = 2 \cdot \frac{24 \cdot 288^2}{6} = 663552$$

und somit die gröfste Spannung bei e und $f = K = \frac{58320}{663552}$

$= 0{,}_{08}$ Centner, d. h. es wird der Brunnen bei f mit 8 Pfd.

Digitized by Google

pro □Zoll auf Zug in horizontaler Richtung in Anspruch genommen.

Diesem Zuge entgegen wirkt ebenfalls die Cohäsion des Mörtels und aufserdem der Mauerverband. In solcher Art kann man sich über die verschiedenen Inanspruchnahmen der Festigkeit der Brunnen Rechenschaft geben. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dafs der Beton oder das Füllmauerwerk im Brunnen nur um ein Geringes billiger sein wird, als das Brunnenmauerwerk selbst, und dafs ein schwerer Brunnen leichter sinkt und eventuell weniger künstliche Belastung bedarf, so dafs es sich nicht empfiehlt, in Bezug auf die Brunnenstärke zu sparsam zu sein. Nothwendig bleibt es aber, unter allen Umständen im Innern so viel freien Raum zu belassen, dafs das Baggern etc. noch bequem und gut ausgeführt werden kann. Auch wird man den viereckigen und ähnlich geformten Brunnen gern eine etwas gröfsere Stärke im Mauerwerk geben, als den in sich festeren runden Brunnen.

Material der Brunnen und Aufmauerung derselben.

Für die Herstellung der Brunnen empfiehlt sich am meisten die Anwendung guter und scharf gebrannter Klinker und eines guten Cements, welcher je nach der Schwierigkeit des Baues rein oder mit Sand gemischt bis zu 1 Theil Cement auf 3 Theile Sand verwendet wird. Trafsmörtel zur Aufführung der Brunnen zu benutzen, ist durchaus nicht rathsam, da derselbe zu langsam abbindet und erhärtet, auch der Brunnen bis zum Versenken der Luft ausgesetzt ist und Trafsmörtel die Einwirkungen der Luft nicht gut verträgt, sondern nur unter Wasser oder im Innern starker Mauermassen seine sonst so vorzüglichen Eigenschaften zur Geltung bringt.

An Stelle der Ziegelsteine kann man jedoch auch, besonders in den höheren Schichten, bearbeitete Bruchsteine oder Quadern verwenden. Letztere sind namentlich bei Bauwerken, deren Pfeiler aus Quadern gebildet oder mit solchen verblendet werden, für diejenigen Brunnentheile zu empfehlen, welche voraussichtlich über der Flufssohle verbleiben werden. Für das Füllmauerwerk kann jedes gute Steinmaterial und jeder hydraulische Mörtel, namentlich also auch Trafsmörtel mit Vortheil benutzt werden.

Steht das Terrain höher an, als der Wasserspiegel, so wird dasselbe zunächst bis auf letzteren abgegraben, der Brunnenkranz verlegt und die Aufmauerung des Brunnens in solcher Höhe ausgeführt, als man einerseits als Gewicht für bequemes Sinken für nothwendig erachtet, andrerseits für den Beginn des Baggerns nicht unbequem ist.

Liegt jedoch das Terrain unter Wasser, so schafft man sich entweder einen künstlichen Baugrund zur Aufnahme des Brunnens durch Anschüttung einer Insel bis zur Wasseroberfläche, oder man hängt den Brunnenkranz mittelst Ketten und Schrauben an ein herzustellendes festes Gerüst oder an ein solches auf fest verankerten Schiffsfahrzeugen.

Wo die Tiefe des Wassers, die Strömung und sonstige Verhältnisse es irgend zulassen, ist die Schüttung von Inseln immer vorzuziehen, da sie auch für den ferneren Bau zur Ablagerung von Materialien etc. manche Annehmlichkeit bieten. Gegen den Angriff des Stromes schützt man sie durch vorgelegte Faschinen und Steine oder durch leichte Streichwände, die gewöhnlich nur an der der Stromrichtung zugekehrten Seite und zwar spitz gegen den Strom anzulegen sind (Fig. 10). Genügt auch dies nicht, so kann man die Insel mit einer leichten Spundwand aus stumpfen Hölzern oder Bohlen (ohne Feder und Nuth) oder mit einer Stülpwand aus übereinander greifenden Bohlen oder Brettern einfassen.

Senken der Brunnen.

Das Senken der Brunnen wird bekanntlich dadurch bewirkt, dafs man den Boden im Innern unter dem Brunnen trichterförmig entfernt und dafs durch den Druck des Brunnens derjenige Boden in die gefertigte Grube nachfällt, auf welchem die Brunnenwand steht. Durch ein möglichst gleichmäfsiges Lösen des Bodens wird ein gleichmäfsiges Sinken herbeigeführt. Nimmt der Brunnen eine etwas schiefe Stellung ein, so mufs schleunigst an der der gröfseren Senkung entgegengesetzten Seite der Boden entfernt werden, damit der Brunnen hier nachsinkt und sich wieder gerade richtet. Ein ruckweises Sinken ist möglichst zu vermeiden, da es leicht Beschädigungen zur Folge hat; es ist deshalb der Boden stets in dünnen Schichten aus dem inneren Brunnenraum zu entfernen. Bei äufserlich viereckigen Brunnen ist namentlich zuerst in den Ecken der Boden zu lösen, da er unter der Mitte der Wände leichter selbst hervordringt, wie früher auseinandergesetzt worden ist.

Ist nach der Beschaffenheit des Bodens anzunehmen, dafs das Sinken auf Schwierigkeiten stofsen wird, so kann man, vom Kranze ausgehend, Streichbretter anbringen, zwischen denen der Brunnen aufgeführt wird, um aufsen weniger rauhe Flächen zu belassen und die Reibung zu vermindern. Bleibt der Brunnen dennoch stehen, obgleich die Bodenentfernung so weit fortgeschritten ist, dafs hohle Räume unter ihm entstehen, so ist er durch Aufbringen von Schienen etc. so lange zu belasten, bis er weiter sinkt, das Ausgraben aber nicht zu weit zu treiben, damit kein plötzliches Sinken oder gar ein Abreifsen stattfindet.

Ist nach der durch Bohrungen stets vorher genau festzustellenden Beschaffenheit des Bodens ein Abreifsen oder ein Schiefgehen zu befürchten, so wird der Brunnen der Länge nach verankert, indem man vom Kranze aus feste lange Anker durchgehen läfst und in angemessener Höhe einen dünneren Kranz oder gröfsere eiserne Scheiben auflegt und fest verschraubt (Fig. 11). Soll die Verankerung noch fortgesetzt werden, so werden die neu anzusetzenden Anker entweder unter denselben Scheiben resp. dem Zwischenkranz befestigt, oder mit Schraubenmuffen auf das Ende der ersten Anker angeschraubt. In besonders schwierigen Fällen und namentlich wenn sich grofse Steine und andere Hindernisse im Baugrunde befinden, auf welchen einseitiges Festsitzen der Brunnen zu befürchten steht, kann man dieselben aufser der Verankerung oder der Anbringung von Streichbrettern noch fafsartig mit eisernen Bändern umgeben und ihnen schliefslich durch diese Mittel eine grofse Festigkeit verleihen, zumal wenn man nach der Aufmauerung nicht zu schnell mit dem Senken vorgeht und eine bessere Erhärtung des Cementmörtels abwartet.

Das Lösen des Bodens unter dem Brunnen erfolgt gewöhnlich am billigsten und sichersten durch directes Ausgraben unter Wasserhaltung durch Pumpen, wobei das Heben und Entfernen des Bodens durch Werfen, bei gröfseren Höhen auf Zwischengerüste, oder mittelst Kübel und

Digitized by Google

Winden geschieht. Wird der Wasserandrang zu stark, oder ist man so tief gelangt, dafs man ein Eindrücken des Brunnens durch den äufseren Wasserdruck befürchtet, so wird die Bodenbeseitigung durch Baggern fortgesetzt. Hierzu empfiehlt sich, namentlich in Sandboden, am meisten der einfache und gewöhnliche Sackbohrer. Wo dieser bei schwereren Bodenarten nicht ausreicht, wendet man die indische Schaufel, senkrechte Handbagger oder selbst leichte Dampfbagger an. Einzelne gröfsere Steine, Holzstücke und ähnliche Hindernisse sind durch Teufelsklauen etc., und wenn sie sich unter dem Brunnenkranze befinden, am sichersten durch Taucher zu entfernen.

Beim Senken eines Brunnens bildet sich in dem umgebenden Boden stets ein trichterartiger Bereich, in welchem der Boden aufgelockert wird, da bei dem Ausbaggern etc. nicht nur der unter dem Brunnenkranz stehende Boden in die Baugrube fällt, sondern auch Theile des umgebenden Bodens mehr oder weniger nachfolgen. Ist ein Brunnen gesenkt und ein anderer wird neben demselben aufgestellt, so trifft dieser mit der einen Seite auf den vorgenannten losen Boden und ein Schiefgehen ist beim Senken fast unvermeidlich. Um diesem Nachtheil vorzubeugen, empfiehlt es sich, alle Brunnen eines Pfeilers etc. möglichst gleichzeitig und gleichmäfsig zu senken.

Betoniren und Ausmauern.

Wenn der Brunnen bis zur richtigen Tiefe gesenkt und die Sohle der Baugrube gut abgeglichen ist, so erfolgt das Betoniren. Kann der Beton 3 Wochen und länger stehen bleiben, so ist Trafsmörtel, anderenfalls Cementmörtel, aus 1 Theil Cement und $2\frac{1}{2}$ bis 3 Theilen Sand bestehend, zu empfehlen, wozu $5\frac{1}{2}$ bis 6 Theile Steinschlag verwendet werden. Die Stärke des Betons richtet sich nach der Wassertiefe und hat bei einem specifischen Gewicht des Betons von ca. $2{,}_4$, mit welchem er gegen den Auftrieb des Wassers wirkt, $\frac{1}{2{,}_4}$ der Wassertiefe zu betragen. Sind die Wände des Brunnens im Innern überkragt, so kann der Beton auch etwas schwächer hergestellt werden, da derselbe sich alsdann gegen diese Ueberkragung stemmt und wie ein umgekehrtes Gewölbe wirkt. Man mufs ihm jedoch die Zeit zur ausreichenden Erhärtung hierbei gewähren. Bei sehr tief gehenden Brunnen wird die Betonirung jedoch viel stärker ausgeführt und ist es überhaupt eine Geldfrage, die sich durch eine vergleichende Berechnung feststellen läfst, ob der Beton oder das Füllmauerwerk mit dem Wasserpumpen theurer wird. Ein grofser Unterschied wird sich hierbei nicht ergeben, da das Mauern und Herabschaffen der Materialien in dem engen Brunnenraum auch kostspielig ist, und wird es sich zur Schonung der Brunnen stets empfehlen, die Betonirung reichlich zu bemessen. Ist die Erhärtung erfolgt, so wird der Brunnen ausgepumpt und mit Bruch- oder guten Ziegelsteinen in irgend einem hydraulischen Mörtel ausgemauert; diejenigen Brunnentheile aber, welche über dem kleinen Wasserstand stehen, werden abgebrochen.

Stellung und Verbindung der Brunnen und Sicherung gegen Unterspülung.

Die Verbindung der einzelnen Brunnen unter sich erfolgt entweder durch Ueberkragung oder durch Ueberdeckung mit starken Platten oder durch kräftige Gewölbe, je nachdem die Stellung der Brunnen und ihre Entfernung von einander ausgeführt ist. Die Stellung der Brunnen hängt aber von der Art des Bauwerks ab, welches darauf errichtet werden soll. Zur Fundirung von Futtermauern und gewölbten Brücken, überhaupt bei allen Bauwerken, welche einem Seitenschub zu widerstehen haben, wird man die Brunnen zweckmäfsiger Weise möglichst nah, in Entfernungen von 1 bis 3 Fufs, stellen, bei Pfeilern für eiserne Brücken und andere Bauwerke, welche nur einen senkrechten Druck ausüben, können die Brunnen in weiteren Entfernungen von einander aufgestellt werden.

Zur Sicherung der Brunnen gegen Unterspülungen ist es erforderlich, dafs dieselben nicht nur bis auf den tragfähigen Boden, was selbst gegen Ausweichen dieses Bodens unter der Last des Bauwerks oft nicht genügen wird, sondern bis in angemessene Tiefe in denselben hinein versenkt und dafs sie bei Bauten in Flüssen etc. mit einer der Strömung entsprechenden Steinschüttung umgeben werden.

In dieser möglichst sorgfältig und möglichst reichlich auszuführenden Schüttung aus Steinen in einer der Strömung angemessenen Gröfse liegt die Hauptsicherheit aller Strompfeiler begründet, und darf bei deren Ausführung am allerwenigsten gespart werden.

Anwendbarkeit der Brunnenfundirung.

Die Fundirung mit Senkbrunnen ist bei allen Arten von Bauwerken anwendbar, wenn überhaupt tragfähiger Boden erreicht werden kann. Steht derselbe sehr tief oder sind die Wasserstände zu erheblich, so dafs gewöhnliche Brunnen und Baggerungsmethoden nicht mehr ausführbar erscheinen, so greift man zu der pneumatischen Senkungsmethode. Bei schwimmendem Gebirge, Mooren von unerreichbarer Tiefe etc. und allen solchen Formationen, bei welchen die Tragfähigkeit des Bodens nur durch Comprimirung herzustellen ist, können die Brunnen natürlich keine Verwendung finden.

Stattgehabte Ausführungen von Brunnenfundirungen bei der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn.

a. Die Fundirung des Viaducts über den Schifffahrtscanal und die Boulevards in Berlin, ausgeführt im Jahre 1869.

Die Mittelpfeiler des Viaducts, welche $15{,}_{000}{}^{m}$ (49′ $8\frac{1}{2}$″) lang und $3{,}_{139}{}^{m}$ (10′) breit sind, stehen an der Böschung des Canals und sind auf 3 Brunnen fundirt, die sich der Form der Pfeiler (nach Fig. 12) genau anschliefsen. Die Brunnen haben einen Zwischenraum von je 1 Fufs, sind $0{,}_{942}{}^{m}$ (3′) stark im Mauerwerk, an den Stellen, wo sie auf den Brunnenkränzen aufsitzen, $4{,}_{708}{}^{m}$ (15′) breit, die beiden äufseren je $5{,}_{345}{}^{m}$ (17′ 8″), der mittlere $5{,}_{295}{}^{m}$ (17′) lang, und ziehen sich weiter oben auf eine Breite von $4{,}_{269}{}^{m}$ (13′ 8″) in entsprechender Länge zusammen.

Die Kränze bestehen aus nur 2 Lagen 3zölliger Bohlen von 22″ Breite (Fig. 13), sind jedoch durch 6″ hohes und $\frac{1}{4}$″ starkes Blech nach Skizze Fig. 14 armirt. Die Unterkante dieses Bleches ist auf den äufseren geraden Seiten der Brunnen horizontal gehalten und nicht parabolisch ausgeführt, weshalb beim Senken sich von den Seiten sehr viel Boden in die Baugrube drückte und das $1\frac{1}{2}$fache des Bodenquantums gefördert werden mufste, welches unter den Brunnen selbst sich befand und ihrem Inhalte entsprach.

Digitized by Google

Bei der geneigten Lage der Baustelle (Canalböschung) mufste (Fig. 15) eine horizontale Fläche theils durch Eingraben, gröfstentheils aber durch eine Anschüttung gebildet und diese zur Verhinderung einer Benachtheiligung der Schifffahrt im Canal durch eine Holzwand zusammengehalten werden. Zu diesem Zwecke wurden in 5 Fufs Entfernung von den anzulegenden Brunnen 7″ starke Leitpfähle eingerammt, an diese Rahmen von 6″/6″ angeschraubt und hinter denselben Tafeln von 6′ Breite, 7′ Höhe, aus $1\frac{1}{2}$″ starken Brettern vorher zusammengesetzt, mit leichten Handrammen circa 1 Fufs tief in die schlammige Canalsohle eingerammt. Die Ausfüllung geschah mit Sandboden aus den benachbarten Baugruben und wurde dieselbe durch Ueberpumpen von Wasser aus dem Canal zu möglichster Consolidirung gebracht.

Die Verlegung der Kränze erfolgte in 8′ Höhe am Canalpegel, während der höchste Wasserstand 9′ 6″, der gewöhnliche Mittelwasserstand ca. 7′ betragen. Die Brunnen wurden zunächst auf 8 Fufs Höhe in reinem Cementmörtel ausgeführt und durch je 8 Stück lothrechte Anker von $1\frac{1}{4}$″ Stärke, welche sich dem Brunnenkranze anschlossen, verstärkt, um bei der Ungleichmäfsigkeit des Untergrundes ein Abreifsen oder Zerbrechen der Brunnen zu verhüten. Dann wurde dieser Theil, gleichzeitig bei allen 3 Brunnen, bis auf + 1′ am Pegel durch Ausgrabungen in wenigen Tagen gesenkt, wobei eine Doppelpumpe zur Wasserhaltung genügte.

Die Gesammtsenkung sollte bis auf — 6′ am Pegel, also bis 8′ unter der Canalsohle, erfolgen, bis zu welcher Tiefe eventuell Spundwände einzurammen gewesen wären und der tragfähige Boden nicht nur erreicht, sondern um einige Fufs durchfahren war.

Die Brunnen wurden alsdann mit verlängertem Cementmörtel in ganzer Höhe der Art aufgemauert, dafs ihre Oberkante nach vollbrachter Senkung auf + 5′ am Pegel zu liegen kam, von welcher Höhe der Pfeiler in 10 Fufs Stärke aufgeführt werden sollte. Um bei etwaigen höheren Wasserständen gesichert zu sein, wurde sogleich noch ein später zu beseitigender kleiner Fangedamm von ca. 3′ Höhe und 1 Stein Stärke, theils mit Ueberkragung, aufgemauert. Innerhalb desselben, auf dem Rand der Brunnen fand ein Gerüst Platz, welches theils zur Aufnahme der Arbeiter und der das Sinken fördernden Schienenbelastung im Gewicht von ca. 250 Centner, theils zur Aufstellung des Bocks der Winde für die zum Ausbaggern zu benutzenden indischen Schaufeln und einer leichten Bedachung zum Schutz der Arbeiter bestimmt war. Die Senkung der Brunnen eines Pfeilers mittelst Baggerung bis zur erwähnten Tiefe, also um ca. 8′, erfolgte bei einem Canalwasserstand von ca. 7′ am Pegel in 4 bis 5 Tagen und war hierbei die eingebrachte Sandschüttung durch Nachsinken in den Brunnentrichter fast vollständig verschwunden.

Die Ausfüllung der Brunnen mit Beton erfolgte bis zu — 1′ am Pegel, also in ca. 5 Fufs Stärke, wobei Senkkasten von ca. 16 Cbffs. Inhalt mit Klappen, auf beweglichem Gerüst, zur Verwendung kamen. Der übrige Raum wurde ausgemauert.

Die Kosten der Ausbaggerung betrugen 3 Thlr. bis 3 Thlr. 10 Sgr. pro Schachtruthe des mit der indischen Schaufel geförderten Materials, also ca. 25 Thlr. pro gesenkten Fufs des ganzen Pfeilerfundaments, so dafs die ganze Senkung der letzten 8 Fufs auf ca. 200 Thlr. Arbeitslohn pro Pfeiler zu stehen kam. Die vorherigen Ausgrabungskosten unter Wasserhaltung mit Pumpen waren erheblich niedriger. Die Armirung der Kränze und Verankerung der Brunnen kostete pro Pfeiler rot. 230 Thlr., die Spundwand mit Zubehör rot. 250 Thlr.

b. Die neue Eisenbahn-Elbbrücke bei Magdeburg, fundirt im Jahre 1869/1870. (Fig. 16, 17, 18.)

Diese Brücke besitzt 2 mit fortificatorischen Einrichtungen (tambourartigem Abschlufs mit Diamant) versehene Landpfeiler, 4 mittlere Strompfeiler von $14{,}137^{m}$ (46′) Länge und $5{,}022^{m}$ (16′) Breite, 2 Uebergangspfeiler von $14{,}280^{m}$ (45′ 6″) Länge und $4{,}865^{m}$ (15′ 6″) Breite und 8 Fluthpfeiler von $11{,}927^{m}$ (38′) Länge und $3{,}138^{m}$ (10′) Stärke im unteren Pfeilertheile über den Banketts etc. Mit Ausnahme des einen, im stärksten Stromstrich belegenen, auf dem blanken Felsen gegründeten Strompfeilers sind sämmtliche Pfeiler, so wie die Pfeiler für die Mastenkrahne oberhalb und unterhalb der Brücke mit Brunnen fundirt, zu welchem Zwecke im Strome selbst Inseln aus gebaggertem Elbkies geschüttet und durch leichte Streichwände am oberen, dem Strome zugekehrten Theile, sowie durch einige Bruchsteine gegen zu starken Angriff geschützt, im Uebrigen nach Bedürfnifs durch einige Kahnladungen Kies ergänzt worden sind. Das Vorland, auf welchem die Fluthpfeiler erbaut sind, lag + 8′ bis + 12′ am Magdeburger Pegel, während der Wasserstand bei der Fundirung zwischen + 3′ und + $4\frac{1}{2}$′ wechselte. Höhere Wasserstände traten zwar im Winter ein, doch wurde während derselben nicht gearbeitet. Bis zum Wasserstande wurden die Baugruben ausgeschachtet und dann die Kränze verlegt. Der Boden im Strom bestand überall aus Kies, der Boden des Vorlandes in seiner untersten Lage ebenfalls überwiegend aus Kies, darüber jedoch aus Lehm, Thon etc., mit Steinen, Baumstücke netc. gemischt. Die Senkung der Brunnen erfolgte auf dem Vorlande gröfstentheils durch Ausgrabung unter Wasserhaltung mit Doppelpumpen und bei einzelnen Pfeilern unter Anwendung einer Locomobile mit Kreiselpumpen, im Strome, so wie auch bei einzelnen, mehr durch Sand- und Kiesschichten zu treibenden Pfeilertheilen auf dem Lande durch Baggerungen mit Sackbohrern, da die dortigen Schiffer den Mauersand und Kies auf diese Weise in grofsen Massen aus der Elbe gewinnen und eine besondere Gewandtheit in der Handhabung besitzen. Die Senkung fast aller Brunnen erfolgte bis auf den Felsen, welcher bei — 3′ bis — 11′ am Pegel überall anstand und in der Richtung des Stromes ein Fallen von etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Grad zeigte.

Die ersten, bei Fluthpfeilern benutzten Brunnen (Fig. 16) hatten eine kreisrunde Form und zwar einen unteren äufseren Durchmesser von $4{,}227^{m}$ (13′ 6″), und eine Zusammenziehung bis auf $3{,}923^{m}$ (12′ 6″) bei einer Mauerstärke von 2 Stein. Später wurden die Brunnen genau der Pfeilerform angepafst, erhielten bei den Fluthpfeilern (Fig. 17) $4{,}227^{m}$ (13′ 6″) resp. $3{,}923^{m}$ (12′ 6″) Länge bei einer Breite von $3{,}923^{m}$ (12′ 6″), und bei den Strompfeilern (Fig. 18) $4{,}708^{m}$ (15′) bis $5{,}493^{m}$ (17′ 6″) Länge bei $5{,}649^{m}$ (18′) Breite, eine Zusammenziehung bis auf $5{,}179^{m}$ (16′ 6″) Breite mit entsprechender Länge und eine Mauerstärke von $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Stein. Die Entfernung zwischen 2 Brunnen

Digitized by Google

betrug in den Kränzen $0{,}_{167}$ m (0′ 6″) und oben $0{,}_{755}$ m (2′ 6″), welche durch Gewölbe überspannt ist.

Die Kränze der Fluthpfeiler bestanden aus 3 Bohlenlagen von 4″ Stärke, 12, 15 und 18″ Breite, durch Bolzen und Nägel verbunden, ohne Armirung mit Eisen etc. Die Kränze der Strompfeiler bestanden dagegen aus 4 Bohlenlagen von 3″ Stärke und 15, 19, 23 und 27″ Breite, ebenfalls ohne Armirung.

Die Brunnen wurden aus hartgebrannten Backsteinen (Klinkern) und in den oberen Theilen, soweit sie bei kleinstem Wasser freistehen konnten, aus Werksteinen, in verlängertem Cementmörtel, aus 1 Theil Cement und $2\frac{1}{2}$ Theilen Sand bestehend, aufgeführt. Der Beton, in Stärken von 6′ bis 15′ eingebracht, bestand aus 1 Theil Cement, 3 Theilen Sand und 6 Theilen Steinschlag, gefertigt aus festen Kalksteinen und Grauwacke. Die übrige Ausmauerung erfolgte mit Bruchsteinen und zwar mit Grauwacke aus den Brüchen bei Neustadt-Magdeburg, oder mit Grönaer Rogenstein (Kalkstein) theils in verlängertem Cement, gröfstentheils aber in Trafsmörtel, bestehend aus 1 Theil Beckumer hydraulischen Kalk, $\frac{1}{2}$ Theil Trafs und $1\frac{1}{2}$ Theil Sand.

Das Senken der Brunnen der Fluthbrückenpfeiler des linken Ufers zeigte sich am schwierigsten, da dort mehrfach Baumstämme und einzelne gröfsere Steine, bei einigen Brunnen sogar verlorene, ganz dünne Grauwackenschichten angetroffen wurden, welche durchteuft werden mufsten, da sich unter denselben noch eine Schicht von weichem Lehm etc. über dem festen Felsen befand. Zur Beseitigung dieser Hindernisse wurden Teufelsklauen benutzt und wo diese nicht ausreichten, Taucher in guten französischen Taucheranzügen hineingeschickt, welche letztere besonders gute Dienste leisteten. Auch kamen dieselben in Thätigkeit, wenn die Brunnenkränze auf einer Seite auf den Felsen trafen, während bei der wenn auch nur geringen Steigung der Oberfläche desselben die andere Seite noch auf dem Kies ruhte, um hier gröfsere und festere Steine zur Unterstützung des Kranzes unterzubringen und zu verkeilen, so wie das Grundbett zur Aufnahme des Betons möglichst zu reinigen. Sobald letzterer erst eingebracht war, ruhte der Brunnen nicht nur auf dem Kranze, sondern zufolge seiner im Innern ausgekragten Form auch auf dem Betonblock, welcher fest auf dem Felsen lagerte, und hat sich an keinem Brunnen oder Pfeiler irgend ein Rifs oder eine Beschädigung gezeigt. Die runden Brunnen wurden oben durch consolenartige Ueberkragungen in ein Viereck übergeführt und alle Brunnen eines Pfeilers, deren es bei den Mittelpfeilern stets 3 Stück, bei den Landpfeilern dagegen 5 Stück gab, durch Bögen verbunden. Die Oberkante der Brunnen wurde bei den Strompfeilern je nach den Wasserständen auf 3′ 6″ bis 5′ 6″ am Magdeburger Pegel abgeglichen und wurden hierauf die Pfeiler aufgeführt.

Die Kosten des Senkens der Brunnen haben durchschnittlich 19 Thlr. pro steigenden Meter Brunnen betragen und belief sich die tiefste Senkung nur auf ca. $4{,}_{5}$ m. Bei dem Pfeiler Nr. XI stand der Felsen ausnahmsweise hoch auf 0 bis $-1{,}_{2}$′ an und fiel stromabwärts etwas stärker ab. Beim Senken der Brunnen wurde hierauf nicht rechtzeitig geachtet und nahm der untere Brunnen eine schräge Stellung der Art an, dafs der tiefste äufserste Punkt desselben ca. $\frac{3}{4}$′ tiefer zu stehen kam, als die höchste obere Seite. Diese Schrägung ist in der Uebermauerung ausgeglichen und hat keinerlei nachtheilige Folgen gezeigt. Die Zwischenräume zwischen den Brunnen sind nach Ausbaggerung des Sandes mit Beton möglichst ausgefüllt und die Brunnen nach Beseitigung des umgebenden Sandes mit Steinschüttungen sorgfältigst umgeben und geschützt, auf deren gute Unterhaltung durch Peilungen und Nachfüllung stets geachtet wird.

c. Die Ehle-Brücke bei Biederitz,

welche zugleich den neuen Elbe-Umfluthscanal überspannt, ist im Jahre 1870 fundirt und enthält 2 Landpfeiler und 29 Mittelpfeiler, welche sämmtlich, mit Ausnahme von 2 Pfeilern, auf Brunnen gegründet sind. Die Mittelpfeiler haben runde Vorköpfe, sind mit denselben $9{,}_{225}$ m (29′ 5″) lang und $2{,}_{197}$ m (7′) breit. Die Brunnen sind theils kreisrund, theils schliefsen sie sich der Pfeilerform genau an und sind fast durchgängig 3 Brunnen zur Anwendung gekommen.

Nur bei 2 Pfeilern ist es versucht worden, den ganzen Pfeiler mit einem grofsen, der Pfeilerform mit 1 Fufs Ueberstand angepafsten Brunnen zu gründen. Der eine derselben ist glücklich ausgeführt, der andere gerieth auf Baumstämme, zerbrach und mufste wieder entfernt werden. Bei zwei Pfeilern zeigten sich so viele alte Baumstämme im Untergrunde, dafs die Brunnenfundirung aufgegeben und Spundwände, die zum Theil die Baumstämme umfafsten, angewendet worden sind. Viele Brunnen sind übrigens unerachtet der angetroffenen Baumstämme glücklich versenkt worden, nachdem die Holzstücke theils nach Aufgrabung unter Wasserhaltung im Brunnen mittelst Doppelpumpen und Kettenpumpen, theils nach Zerstörung mit Instrumenten und durch Taucher entfernt waren.

Das Terrain stand zum Theil bis 9 Fufs über dem mittleren Wasserstand, bei zwei Pfeilern 5 bis 6 Fufs unter demselben. Im letzten Falle wurde eine Sandschüttung zur Aufnahme der Kränze angewendet, in dem ersteren Falle bis zu bequemer Tiefe ausgeschachtet. Der Boden bestand in seinen oberen Lagen aus schwerem Lehmboden, darunter befanden sich Lagen von Sand, leichtem Lehm, Kies etc. und stand in der Tiefe, jedoch in sehr verschiedenen Ordinatenhöhen, überall Kies an. Die Brunnen wurden sämmtlich bis in den festen Kies gesenkt und haben sehr verschiedene Längen, von 8′ bis 19′, erhalten. Die Kränze bestanden aus 3 Lagen 3zölliger Bohlen, welche in den untersten Lagen schmäler wurden und untereinander verschraubt waren.

Die Brunnen haben eine Stärke von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stein erhalten und sind aus hart gebrannten Ziegelsteinen in verlängertem Cementmörtel aufgeführt. Die Betonirung ist 3 bis 5′ stark hergestellt und die Ausmauerung über derselben in Bruchsteinen bewirkt.

d. Die Ehle-Brücke bei Gommern

besteht nur aus einer Oeffnung von 22 m lichter Weite und enthält daher nur 2 Landpfeiler, welche bei der geringen Breite des Flufslaufs im Sommer zu beiden Seiten desselben auf der Wiese stehen. Da die Bahn tief liegt und den Flufs unter einem Winkel von 60° schneidet, so ist eine schräge eiserne Brücke mit ziemlich schwachen Pfeilern gewählt.

Der moorhaltige Wiesengrund hat eine Stärke von nur $0{,}_{3}$ bis $0{,}_{5}$ m und liegt unter demselben Sand und später fester, sehr steiniger Kies. Es sollte daher versucht werden,

Digitized by Google

die Brücke ohne künstliche Mittel zu fundiren und später durch Steinschüttung zu sichern. Das Terrain lag auf $54,_{11}$ ᵐ über dem 0-Punkt des Amsterdamer Pegels, der damalige Wasserstand auf $53,_{68}$ ᵐ, die Flufssohle ppr. $53,_{10}$ ᵐ, und sollten die Fundamente mindestens bis auf $51,_{0}$ ᵐ gebracht werden. Bis zu $52,_{3}$ ᵐ war es möglich, die Baugrube mit zwei Doppelpumpen und einer Anzahl Eimer trocken zu halten, dann zeigten sich aber so starke Quellen und gerieth der Untergrund so in Bewegung, dafs jede weitere Arbeit aufgegeben und der Entschlufs gefafst wurde, Brunnen anzuwenden und bis auf + 50 ᵐ zu senken. Jeder Pfeiler erhielt 5 Brunnen, und zwar 3 quadratische und 2 Eckbrunnen nach Form des Pfeilerendes. Die Kränze bestanden aus 3 Bohlenlagen von $0,_{2}$, $0,_{3}$ und $0,_{4}$ ᵐ Breite bei $0,_{08}$ ᵐ Stärke. Die Brunnenwände waren $1\frac{1}{2}$ Stein stark, die mittleren Brunnen unten $2,_{75}$ ᵐ lang und $2,_{9}$ ᵐ breit, oben $1,_{95}$ ᵐ und $2,_{1}$ ᵐ grofs. Die Baugrube wurde bis zum Wasserspiegel wieder zugefüllt und die Brunnen hierauf errichtet und dann durch Ausbaggern mit Sackbohrern und tiefer im Kies etc. mit Handbaggern gesenkt, was bei den vielen grofsen Steinen langsam aber glücklich von statten ging.

Nur die spitzen Ecken der fünfeckigen Brunnen machten viel Schwierigkeiten und wollten nicht sinken, so dafs es sich empfiehlt, solche spitze Ecken bei Brunnen nicht anzuwenden.

Die Brunnen sind in verlängertem Cementmörtel (1 Th. Cement, $2\frac{1}{2}$ Th. Sand) ausgeführt; zum Beton sind auf $0,_{15}$ kbᵐ Cement $0,_{45}$ kbᵐ Sand und 1 kbᵐ Steinschlag verwendet worden, also im Verhältnifs von 1 : 3 : $6,_{66}$.

Die Kosten stellen sich bei einer Fundirung von $3,_{6}$ ᵐ unter Wasser auf

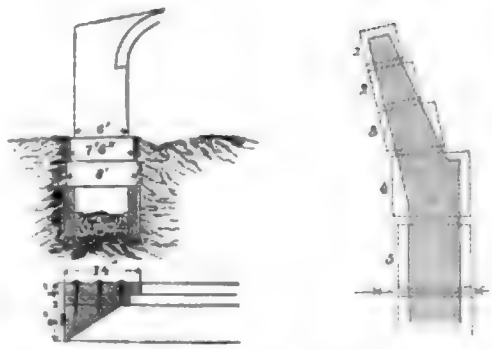
		Thlr.	Sgr.	Pf.
145	kbᵐ Ausschachtung à 6 Sgr. . . .	29	—	—
$7,_{712}$	- Holz-Brunnenkränze à 30 Thlr.	213	8	—
$89,_{125}$	- Brunnenmauerwerk à $9\frac{1}{2}$ Thlr.	847	26	3
$8,_{125}$	- Verbindungsbögen à $10\frac{1}{2}$ Thlr.	86	18	9
$42,_{14}$	- Beton à $10\frac{1}{2}$ Thlr.	438	4	—
$55,_{16}$	- Bruchsteinmauerwerk à $8\frac{1}{3}$ Thlr. in den Brunnen mit Cementmörtel	462	15	—
$28,_{9}$	- über denselben zur Ausgleichung desgl. à $7\frac{5}{6}$ Thlr.	226	11	6
38	fallende Meter Brunnen gesenkt à 27 Thlr.	1026	—	—
230	Tonnen Cement à 6 Thlr.	1380	—	—
	Wasserschöpfen beim Herstellen der Bögen und Insgemein	490	6	6
	Summa . .	5200	—	—

Gewöhnliches Fundament-Mauerwerk in verlängertem Cementmörtel incl. Aufgrabung, excl. Wasserschöpfen, Spundwände etc. hätte bei denselben Einheitssätzen ca. 4000 Thlr. gekostet, mit Spundwänden etc. dagegen voraussichtlich 8000 bis 10000 Thlr.

e. Kleinere Bauwerke an der Wannensee-Bahn.

Das eine Widerlager mit Flügeln einer gewölbten Wegeunterführung gerieth bald unter der Sohle des Bauwerks derartig in Quellsand mit feinem Lehm gemischt, dafs eine Fortsetzung der Aufgrabung unmöglich war. Auch hier wurden Brunnen, und zwar 10 Stück von verschiedener Gröfse, nach der nachstehenden Skizze angewendet und die Fundirung sehr rasch und sicher ausgeführt.

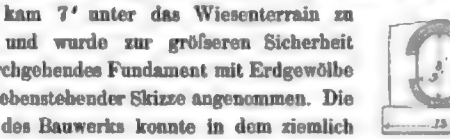
Durchschnitt. Grundrifs.

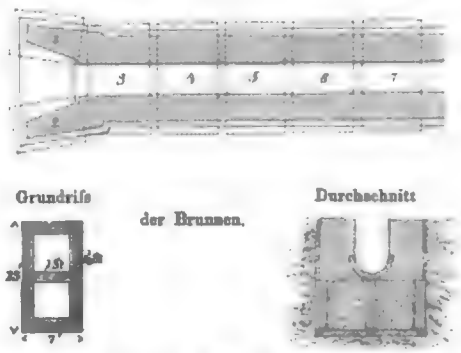


Es hat 1 Cbfs. Brunnen, incl. Kränze, Senken, Ausfüllen etc., im Ganzen 21 Sgr. gekostet. —

Im Nicolausthal liegt eine torfartige Moorbildung von ca. 10 ᵐ Stärke an der tiefsten Stelle und darin ein Abzugsgraben, welcher behufs Durchflöfsung von Baumstämmen in einer Weite von $1,_{6}$ ᵐ überwölbt werden mufste. Durch Verlegung des Grabens an den östlichen Thalrand war es möglich, eine schon mit Sand überdeckte Stelle zu erreichen, an welcher der Moorboden nur noch eine geringe Tiefe von ca. 2 ᵐ besafs.

Bei einer Dammhöhe von 28′ erhielt das Bauwerk incl. der Flügel eine Länge von $123,_{75}$′. Die Sohle des Mauerwerks kam 7′ unter das Wiesenterrain zu liegen und wurde zur gröfseren Sicherheit ein durchgehendes Fundament mit Erdgewölbe nach nebenstehender Skizze angenommen. Die Hälfte des Bauwerks konnte in dem ziemlich zähen und fest anstehenden Torf mit einfacher Ausschachtung in kurzen Partieen und Wasserhaltigung fundirt werden. Der andere Theil näherte sich jedoch mehr dem hohen Thalrande und mufste zum Theil in denselben eingeschnitten werden. Hierbei ergab sich ein starker Druck und brachen so lebhafte Quellen hervor, dafs eine derartige Fortsetzung des Baues unmöglich wurde. Bei der späten Jahreszeit würde die Beschaffung und Einrammung von Spundwänden zu lange gedauert haben. Auch war zu befürchten, dafs der fertige Theil des Bauwerks durch die heftigen Erschütterungen leiden würde. Es wurde daher auch hier zur Fundirung mit Brunnen übergegangen und 7 Brunnen versenkt, welche die zweite Hälfte des ganzen Bauwerks aufnahmen. Die etwas





Grundrifs der Brunnen. Durchschnitt

schmalen Brunnen sind in der Mitte durch einen Steg getheilt, was nicht erforderlich war. Auch hätte die Zahl derselben

Digitized by Google

bei gröfserer Breite und mehr quadratischer Form vermindert und der Kostenbetrag reducirt werden können.

Die Arbeit wurde zur Zeit der höchsten Materialien- und Lohnpreise und der geringsten Leistung der Arbeiter ausgeführt und stellte sich die Fundirung daher sehr hoch heraus.

	Thlr.	Sgr.
Es kosteten 280 lfd. Fufs Brunnenkränze incl. Verlegung	233	10
12000 Klinker à M. 24 Thlr.	288	—
150 Tonnen Cement à 4½ Thlr.	675	—
6 Schm. Betonsteine à 7 Thlr.	42	—
Brunnen mit 2478 Cbffs. Ausfüllung, Arbeitslöhne pro Cbffs. 7½ Sgr.	619	15
Verbindung der Brunnen durch Gewölbe	38	18
5' Brunnen tiefer zu senken, Zulage à Cbffs. 6 Sgr., also für 1015 Cbffs.	203	—
Summa	2099	13

Es kostete somit

1 Cbffs. Brunnen mit Ausfüllung, Senken etc. complett rot. 25 Sgr.

f. Die Verlängerung der Eisenbahn-Brücke über den Jacobs-Graben (Umfuthbrücke der Havel) bei Brandenburg

erstreckte sich in 3 Geleisebreiten mit $14{,}_{56}$ m (46½') auf 2 Landpfeiler und 3 Mittelpfeiler.

Um diese Arbeiten ausführen zu können, waren zunächst die schrägen Flügel der alten Brücke einschliefslich ihrer Fundamente und der sie umgebenden Spundwände zu entfernen, wonach Inseln aus Sand bis über den Wasserspiegel geschüttet, die Brunnen hierauf gestellt und bis zu ⅔ mittelst Wasserhaltung und Ausgrabung, dann durch Ausbaggern mit Sackbohrern versenkt wurden. Der Untergrund bestand bei einer Wassertiefe von ca. 1 m auf ca. 1 m aus torfigem Moorboden, worauf Sand folgte. Die viereckigen Brunnenkränze sind aus 3 Lagen 2zölliger Bohlen und einem scharfkantigen unteren Verbandholz nach Skizze Fig. 19 gefertigt, waren $1{,}_{88}$ m und $2{,}_{19}$ m (6' und 7') in den Seiten grofs und kosteten im Arbeitslohn 3⅓ Thlr. pro Stück. Die Brunnen wurden 1½ Stein stark, in Höhe von $2{,}_{66}$ m (8½') ausgeführt und auf 5 Fufs Höhe mit 4 schwachen eisernen Ankern versehen. (Fig. 20). Die Betonirung erfolgte in Stärke von $0{,}_{75}$ m.

Die Kosten betrugen:	Thlr.	Sgr.	Pf.
1. Abbruch des alten Mauerwerks und Entfernung der Spundwände der Flügel	200	—	—
2. Schütten und Entfernen (aufserhalb der Pfeiler) der Inseln	210	—	—
3. 33 Brunnenkränze incl. Material	482	—	—
4. Senken der 33 Brunnen oder $106{,}_{15}$ m, à fallender Meter 32 Thlr.	3396	24	—
5. $2{,}_{15}$ m tiefer als 3 m gesenkt, à 37 Thlr.	79	16	6

Die Verlängerung der 5 Pfeiler für 3 Geleise hat im Ganzen, incl. Fundirung und aller Materialien, jedoch excl. des eisernen Oberbaues 14000 Thlr. gekostet.

In ähnlicher Weise ist auch die Brücke über den Brance-Graben bei Brandenburg für 2 Geleise verbreitert und auf Brunnen fundirt worden.

g. Auch bei der Ausführung von Hochbauten hat die beschriebene Fundirungsmethode vielfach Anwendung gefunden, so z. B. schon im Jahre 1859/1860 bei der Erbauung neuer Locomotiv-Reparatur-Schuppen zu Potsdam, dann im Jahre 1868 bei der Herstellung eines neuen Locomotiv-Schuppens in Genthin und endlich im vergangenen Herbst und jetzt bei der Anlage eines neuen Giefserei- und Magazin-Gebäudes für die Locomotiv-Werkstätten in Potsdam.

In der Baustelle des Locomotiv-Schuppens zu Genthin fand sich eine nach Süden ausgehende Torfschicht, welche sich an der nordöstlichsten Ecke des Gebäudes am stärksten zeigte und hier 6 m Tiefe besafs.

Der Schuppen wurde auf Pfeilern aufgeführt, welche durch Bögen verbunden waren. 16 Pfeiler konnten in gewöhnlicher Weise auf dem unter dem Torf anstehenden Sande gegründet werden. Bei den übrigen 24 Pfeilern war die zu durchfahrende Torfschicht zu mächtig und der Wasserandrang zu stark, so dafs kreisrunde Brunnen von 5 Fufs äufserem Durchmesser, 1 Stein stark, versenkt werden mufsten. Die Pfeiler resp. Brunnen stehen 12' 3" von Mitte zu Mitte entfernt.

Die Reinigungsgräben der Locomotivstände sind auf einer Sandschüttung mit Erdgewölben ausgeführt.

Das neue Giefserei-Gebäude zu Potsdam wird auf einer Stelle errichtet, wo sich früher eine torfige Wiese befand, zur Bildung des Bahnhofs eine Aufschüttung von ca. $2{,}_{12}$ m (7 Fufs) ausgeführt ist und der feste Baugrund erst in einer Tiefe von 5 bis 6 m unter dem Bahnhofs-Niveau gefunden wird. Es wurde deshalb auch hier beschlossen, einen Bau auf Brunnenpfeilern mit Bögen auszuführen.

Die Brunnen haben kreisrunde Form mit $1{,}_{64}$ m äufserem Durchmesser und stehen $4{,}_{75}$ m von einander entfernt. Die Verbindungsbögen sind 3½ Stein breit und 2 Stein stark ausgeführt. An den 4 Ecken sind in der Diagonale des Gebäudes 4 Verstärkungsbrunnen versenkt (Fig. 21), um den Seitenschub der halbkreisförmigen Verbindungsbögen aufzunehmen.

Die Brunnenkessel sind kreisrund, einen Stein stark auf 10" breiten Brunnenkränzen, welche aus drei 2" starken Bohlen mit keilförmiger Spaltung der untersten Lage gebildet sind, in Höhe von $2{,}_{5}$ bis $2{,}_{7}$ m aufgeführt, durch Ausbaggerung mit Sackbohrern gesenkt, auf 4 Fufs mit Beton aus Ziegelstücken und verlängertem Cement gefüllt und dann ausgemauert.

Der fallende Fufs Brunnen hat mit allen Materialien und der Senkung etc. $14{,}_{2}$ Thlr. gekostet. Der Beton ist aus 1 Theil Cement, 3 Theilen Sand und 6 Theilen Ziegelstücken gebildet und der Mörtel zur Aufführung der Brunnen aus 1 Theil Cement und 2 Theilen Sand gefertigt.

Quassowski.

Digitized by Google

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

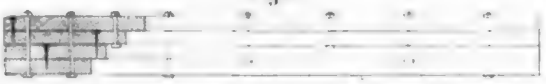


Fig. 4.

Fig. 5.

Grundriss.

Schnitt.

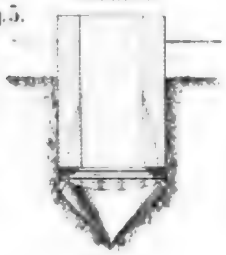


Fig. 6.

Grundriss.

Schnitt AB.

Fig. 7.

Fig. 8.

Schnitt.

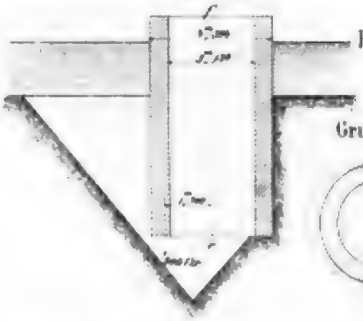


Fig. 9.

Grundriss.

Fig. 10.

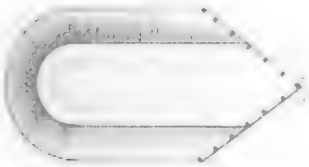


Fig. 11.

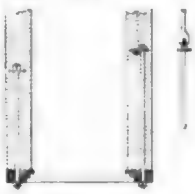


Fig. 15.

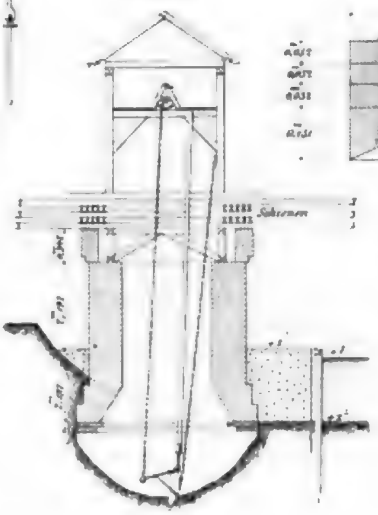


Fig. 19.

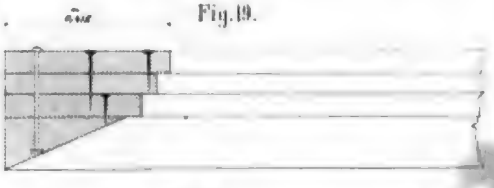


Fig. 12.

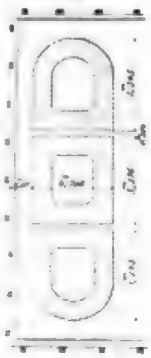


Fig. 13.

Fig. 14.

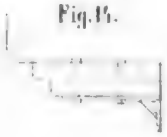


Fig. 21.

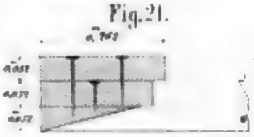


Fig. 20.

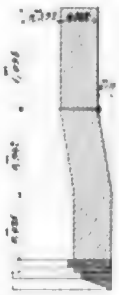


Fig. 22.

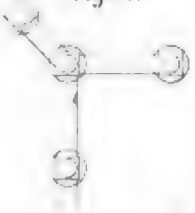


Fig. 16.

Schnitt AB.

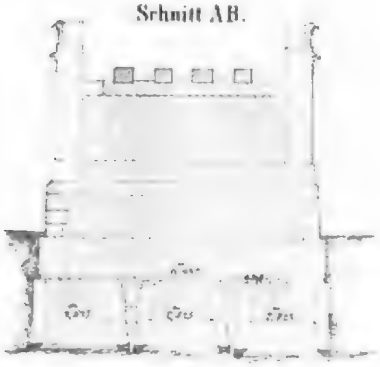


Fig. 17.

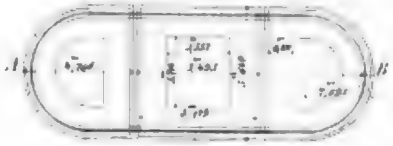
Schnitt AB.

Fig. 18.

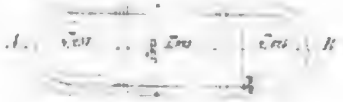
Schnitt AB.

Grundriss.

Grundriss.



Grundriss



Digitized by Google

Canalisation der Mosel von Arnaville bis Metz.

(Schluss. Mit Zeichnungen auf Blatt 53 bis 56 im Atlas.)

c. Brücke über die Mosel mit Nadelwehr.

Zur Verbindung der durch ihre Industrie bedeutenden Ortschaften Jouy und Ars wurde gleichzeitig mit der Moselcanalisation der Bau fester Brücken über den Haupt- und Nebenarm der Mosel daselbst zum Ersatz der bis dahin bestandenen Fähranstalten, sowie die Herstellung einer Communicationsstrafse in Aussicht genommen. Der Bau dieser Strafse lag zwar dem Departement ob, dasselbe trat jedoch mit dem Staat in Verhandlung und übertrug sonach dem Leiter der Moselcanalisation die gesammte Ausführung. Im Wesentlichen waren bei Ausbruch des Krieges die Brücken nach den Frécot'schen Projecten soweit beendet, dafs die Passage über dieselben für Fufsgänger eröffnet werden konnte. Uebrigens hatten auch während des Krieges bereits zahlreich deutsche Kanonen die Brücken passirt. Mit Rücksicht auf die Wichtigkeit dieser Verbindungsstrafse erfolgte die Beendigung der Bauausführung alsbald nach der Occupation durch die deutsche Bauverwaltung.

Die Strafse selbst ist im 5 m bis 6 m hohen Planumskörper durchweg von den in Ars producirten und gröfstentheils von den Hüttenbesitzern unentgeltlich gelieferten Eisenschlacken hergestellt und zur Chaussirung ebenfalls solches Material von ausgewählter Qualität verwendet worden.

Die in genanntem Strafsenzuge liegende Brücke über die Haupt-Mosel, auf Blatt 53 dargestellt, ist mit dem daselbst für die Zwecke der Moselcanalisation erforderlichen Nadelwehr verbunden, indem letzteres die Brückensohle bildet. Eilf Oeffnungen von à $15{,}_{50}$ m lichter Weite sind mit den aus Hausteinquadern von $0{,}_{75}$ m Gewölbestärke construirten Brückenbogen von $2{,}_{20}$ m Pfeilhöhe überspannt. Die Kämpferpunkte der Gewölbe liegen nicht in gleicher Höhe, sie differiren vielmehr in jedem Bogen um $0{,}_{10}$ m derartig, dafs die Kämpfer der Landpfeiler um $5 \cdot 0{,}_{10}$ m $= 0{,}_{50}$ m niedriger liegen, als die zu der mittelsten Brückenöffnung gehörigen. Auf diese Weise hat die Brückenfahrbahn in der Längenaxe ein Gefälle von $0{,}_{00578}$ m pro Meter von der Mitte nach den Landpfeilern zu erhalten, welches durch Anlage von gepflasterten Rinnsteinen neben der Fahrbahn zur Entwässerung der Brücke benutzt worden ist.

Vom eigentlichen Nadelwehr worden nur acht mittlere Brückenöffnungen in Anspruch genommen, und liegt hier die Brückensohle resp. der Wehrrücken im Niveau der Stromsohle bei der Cote $168{,}_{00}$ m, also 2 m unter dem angestauten Wasserspiegel der Mosel, während die übrigen drei Oeffnungen, von denen eine am linken und zwei am rechten Ufer mit der Sohle bei $169{,}_{00}$ m angeordnet sind, bei höheren Wasserständen als Fluthöffnungen dienen. Letztere treten erst dann in Function, wenn sich der Wasserstand über die Cote $170{,}_{00}$ m erhebt, da sie oberhalb der Brücke nach der Stromseite durch massive, bis zur Höhe des angestauten Wasserspiegels hinaufgeführte Wehrrücken vom gewöhnlichen Sommerwasserprofil getrennt sind.

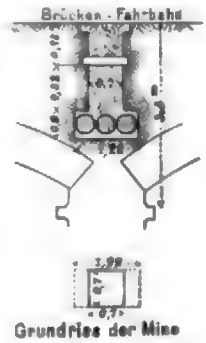
Zur Begegnung der Wirkungen des Ueberfalls bei Ueberströmung dieser Wehrkronen mufste die Sohle der drei Fluthöffnungen sowohl stromauf- als abwärts auf eine angemessene Länge durchweg noch mit einem in Mörtel verlegten starken Steinpflaster gesichert werden.

Der aus mächtigen Quadern construirte Wehrrücken unter der Brücke ruht auf einem zwischen Spundwänden ausgeführten, 3 m starken, durchgehenden Betonfundament von $8{,}_{40}$ m Breite, auf welches die Brücken-Mittelpfeiler unmittelbar aufsetzen. Letztere sind aus Bruchsteinmauerwerk mit Verblendung in Quadern ausgeführt und verjüngen sich bis zu den Kämpfern um $^1/_{20}$ ihrer Höhe. Jeder Mittelpfeiler hat behufs Niederlegung der Wehr-Stützklappen eine Nische auf die Breite der Wehrrückenrinne erhalten und ist oberhalb derselben durch eine für die Zwecke der Bedienung des Wehrs erforderliche Durchgangsöffnung von $1{,}_{20}$ m Breite und 2 m Höhe durchbrochen. Die Sohle dieser Oeffnungen liegt in der Höhe der auf den Stützklappen ruhenden Brücken-Belagsbretter bei der Cote $170{,}_{20}$ m.

Neben einem der mittelsten Brückenpfeiler befindet sich eine Fischleiter, welche im Allgemeinen der beim Wehr Vaux erbauten entspricht. Auch in Bezug auf die Construction der beweglichen Wehrtheile kann hier auf die jenen Bau betreffenden Mittheilungen verwiesen werden. Es sind jedoch in den 3 Fluthöffnungen der Brücke, obwohl sie nicht direct zur Stauanlage gehören, ebenfalls Stützklappen, aber von 1 m geringerer Höhe als im eigentlichen Nadelwehr, angebracht worden, welche, in ihrer Construction entsprechend modificirt, nur als Pfeiler für die bis zu den Treidelwegen an den Landpfeilern verlängerte Wehrbrücke benutzt werden.

Die Landpfeiler, ebenfalls auf Beton fundamentirt, zeigen stromauf- und abwärts zur Communication für den Wehrwärter Treppenanlagen von den Treidelwegen aus bis zur Höhe der Brückenfahrbahn.

Zwischen den Brüstungsgeländern, welche aus Gufseisen, im oberen Handgriff aber aus Schmiedeeisen construirt sind, mifst die Brücke $6{,}_{80}$ m, wovon 5 m auf die chaussirte Fahrbahn incl. Rinnsteine und $1{,}_{80}$ m auf die beiderseitigen erhöhten Trottoirs entfallen.



Grundriss der Mine

Oberhalb zweier Mittelpfeiler, und zwar auf dem ersten und neunten von Ars aus, sind nach beistehender Skizze in Hausteinen gemauerte Minenkammern zur eventuellen Sprengung der Brücke in Kriegszeiten angelegt, welche im untersten erweiterten Theile eine Ladung von je 4 bis 5 Ctr. Pulver in Fässern aufnehmen. Die Minen wurden durch den Verfasser im Sommer 1871 noch geladen vorgefunden und ihr Inhalt in die Mosel entleert, nachdem die im Schacht auf den Pulverfässern befindliche Füllmasse, aus Erde und Steinstücken bestehend, vorsichtig beseitigt worden war.

In Bezug auf die Frage, ob das Durchflufsprofil zur Abführung der Hochwassermassen ohne Beschädigung der Adjacenten ausreiche, wurden bei dem im Mai 1872 einge-

Digitized by Google

tretenen bedeutenden Hochwasserstande, welcher nur um $0{,}_{70}$ m unter dem bekannten höchsten vom Jahre 1844 geblieben ist, eingehende Messungen und Berechnungen angestellt. Danach betrug der Inhalt des Durchflufsprofils von der Brückensohle bis zum Wasserspiegel 480 □m, und es war zur Abführung der Wassermasse, welche durch directe Messungen oberhalb auf der Strecke bei Ancy auf 1052 kbm pro Secunde, bei einer mittleren Geschwindigkeit von $1{,}_{465}$ m, ermittelt wurde und welche sich durch kleinere Zuflüsse bis zur Brücke noch bis auf rot. 1080 kbm vermehrte, eine mittlere Geschwindigkeit von $\frac{1080}{480} = 2{,}_{25}$ m innerhalb des Brückenprofils erforderlich.

Es zeigte sich nun während des Hochwassers, als dasselbe den Maximalstand erreichte und für kurze Zeit im Beharrungszustand blieb, ein Stau von nur $0{,}_{09}$ m oberhalb der Brücke.

Wenn nun auch die in Folge des Brückenbaues hervorgerufene Erhebung des Hochwasserspiegels daselbst als eine bedeutendere im Vergleich zu der Höhe, welche sich in demselben Profile vor Anlage der Brücke gebildet haben würde, angenommen werden mufs, so dürfte hieraus eine irgendwie erhebliche Benachtheiligung der Adjacenten dennoch nicht resultiren, da das Terrain des rechten Moselufers oberhalb der Brücke stark ansteigt, das linke Ufer aber durch einen Hochwasser-Deich geschützt ist, und es kann nach den ermittelten Resultaten auch das Durchfluss-Profil der Brücke, zumal dasselbe gröfser ist als dasjenige der ober- und unterhalb belegenen Moselbrücken, als ausreichend angesehen werden.

Das gesammte Bauwerk gewährt durch seine Ausdehnung, nicht minder durch seine saubere und architektonische Ausbildung einen imposanten Anblick und trägt im Verein mit der Verbindungs-Chaussee und den darin aufserdem noch vorhandenen, ebenfalls opulent ausgeführten Brücken über den Zweigcanal bei Ars und den Hauptcanal bei Jouy zur Erhöhung des landschaftlichen Reizes wesentlich bei, um so mehr, als im Hintergrunde, in der Nähe dieses Zeichens moderner Baukunst, die zwischen weinbelaubten Gärten und Anhöhen auf beiden Ufern der Mosel zum Theil noch wohl erhaltenen Ueberreste eines römischen, aus dem Zeitalter des Trajan stammenden hochgewölbten Aquaducts hervortreten, welcher einst, das ganze Moselthal daselbst überschreitend, die Wasserleitung von den Quellen des Gorze-Baches nach dem alten Metis, dem heutigen Metz, vermittelte.

d. Canalbrücken.

Dort, wo die Canalhaltungen die vorhandenen und nicht zu entbehrenden Communicationswege durchschneiden, sind Brücken über den Canal in solcher Höhe erbaut worden, dafs zwischen dem angestauten Wasserspiegel und den niedrigsten Constructionstheilen des Brückenoberbaues eine lichte Höhe von mindestens $3{,}_{70}$ m verblieben ist. Auf diese Weise konnten Kreuzungen im Niveau, welche den Verkehr und die Unterhaltung erschwerende Drehbrücken erfordert haben würden, vermieden werden.

Soweit als angänglich sind die Schleusen durch Verlängerung und Erhöhung der Schleusenmauern des Unterhauptes zur Ueberbrückung benutzt, alle übrigen Canalbrücken aber, eine einzige ausgenommen, mit massiven Widerlagern und eisernem Oberbau construirt worden. Nur die im Zuge der Verbindungsstrafse Jouy-Ars belegene Brücke über den früheren Nebenarm der Mosel, den jetzigen Zweigcanal, hat zwei überwölbte Oeffnungen erhalten, um die voraussichtlich lebhafte Passage für den Schiffsverkehr der Industrie Ars zu erleichtern. Von den Brücken mit eisernem Oberbau liegen in der Canalhaltung Jouy-Metz sechs in gewöhnlichen Communicationsstrafsen und zwei im Zuge der Eisenbahnen Metz-Diedenhofen und Metz-Nancy.

Die Construction der ersteren, auf Blatt 53 dargestellt, zeigt eine lichte Weite von 20 m zwischen den Widerlagern, indem die Breite der Canalsohle, wie in der ganzen Haltung, auch im Brückenprofil 15 m, diejenige der beiderseitigen Treidelwege aber, welche sich um $0{,}_{70}$ m über den angestauten Wasserspiegel, also bis zur Cote $170{,}_{70}$ m erheben, mit ihren um $^1/_{10}$ geböschten Futtermauern zusammen 5 m beträgt. Die Widerlager haben vom Niveau des Wasserspiegels bis zum festen Baugrund (meistentheils grober Kies) ein Fundament aus Beton, darüber ein Mauerwerk aus Bruchsteinen mit Hausteinverkleidung erhalten. Nach der Landseite sind sie durch Flügelbauten, nach der Canalseite durch die Treidelwege verstärkt, deren Futtermauern, auf einem Betonfundament von $0{,}_{70}$ m Stärke ruhend, sich so weit fortsetzen, als die Vermittelung der Böschungen des Profils unter der Brücke mit denjenigen des Canalprofils erfordert. Zum Schutz gegen Abwaschung sind diese Böschungsflächen mit gemauertem Pflaster aus Hausteinen auf Betonunterlage von $0{,}_{25}$ m Stärke bekleidet.

Der Brücken-Oberbau besteht aus zwei mit einer Wölbung von $0{,}_{20}$ m Pfeilhöhe construirten Blechträgern von $1{,}_{30}$ m Höhe zwischen $0{,}_{25}$ m breiten, nach der Brückenmitte an Stärke zunehmenden Gurtungen.

Die unteren Gurtungen nehmen die in 1 m Entfernung liegenden, durch horizontale Diagonalstangen verstrebten I-förmigen Brückenbalken auf und diese wieder die zwischen den Längsbohlen des Unterbelags angeordneten ⊥-Eisen. Zur Entwässerung der noch mit einem Oberbelag von Querbohlen versehenen Fahrbahn dienen sowohl die zwischen den Bohlen des Unterbelags vorhandenen Oeffnungen von 1 cm Breite, als auch diejenigen zwischen der Fahrbahn und den aus Holz construirten und durch Winkeleisen befestigten erhöhten beiderseitigen Trottoiren.

Die Unterbelagsbohlen, die Trottoirseitenstücke und der Trottoirbelag aus Eichenholz, die Oberbelagsbohlen der Fahrbahn aus Tannenholz bestehend, sind mit Eisen-Mennige unter Zusatz von Theer für die der Witterung vorzugsweise ausgesetzten Holztheile gestrichen worden.

Zwischen den Blechträgern beträgt die Breite der Brücke $3{,}_{80}$ m, und zwar $2{,}_{20}$ m für die Fahrbahn und $1{,}_{60}$ m für beide Trottoire zusammen.

Auf den Widerlagern der Brücke ist die Fahrbahn durch Chaussirung mit erhöhten gepflasterten Trottoirs und mit massiven Brüstungsgeländern hergestellt.

Die Brückenrampen zeigen eine Kronenbreite von $4{,}_{30}$ m, eine Steigung von $0{,}_{05}$ m pro Meter, Seitenböschungen von $1^1/_2$facher Anlage und eine chaussirte Fahrbahn.

Die Baukosten einer Brücke haben je nach der Tiefe der Fundamente und den sonstigen wechselnden localen Verhältnissen 25000 bis 30000 Franken betragen.

Digitized by Google

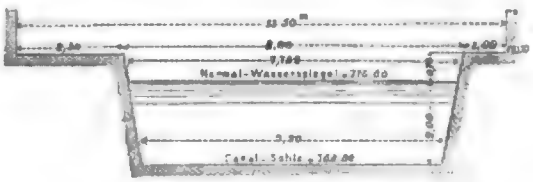
Die im Zuge der Eisenbahnen zu erbauenden Canalbrücken werden erst im laufenden Jahre ausgeführt, da wegen Genehmigung des Bauplans längere Verhandlungen zwischen der Landesverwaltung und der Generaldirection der Eisenbahnen in Elsafs-Lothringen nothwendig geworden sind.

Es kann daher für jetzt nur das vom Verfasser für die als Unterführung in der Eisenbahn Metz-Diedenhofen zu erbauende Canalbrücke aufgestellte Project, Blatt 54, mitgetheilt werden.

Die Ausführung wird dadurch sehr erschwert, dafs während der Bauzeit jede Störung im Eisenbahnbetriebe ausgeschlossen, eine Verlegung der Baustelle resp. der Eisenbahn aber unstatthaft ist, da letztere hier schon in einer Curve von 600 m Radius und die Schwellen-Oberkante $6{,}_{60}$ m über dem natürlichen Terrain liegt.

Nach dem oben erwähnten Project und der auf Bl. 54 enthaltenen Skizze zur Bau-Disposition ist die Lösung der Aufgabe in folgender Weise vorgeschlagen worden. Danach würde für jedes Geleise der zweigeleisigen Bahn, zur Vermeidung eines gröfseren, sehr kostspieligen provisorischen Viaducts, je eine für sich bestehende Brücke zu erbauen und, während der Ausführung der Brücke für Geleise *B*, der Betrieb mittelst nur eines, von *A* nach α zu verlegenden Geleises zu bewirken, zum Zweck dieser Verlegung aber ein kleiner provisorischer Viaduct in einer sich an das Geleise *A* resp. *B* anschliefsenden Contrecurve von 180 m Radius herzustellen sein. Es würde somit zunächst der Planumskörper I zu beseitigen, sodann der Viaduct und die Verlegung des Betriebes auf Geleise α herzustellen, darauf, nach Entfernung des Planumskörpers II, die Canalbrücke für Geleise *B* und endlich, nach Inbetriebsetzung desselben und Beseitigung des Viaducts mit dem Planumskörper III, die Canalbrücke für Geleise *A* zu erbauen sein.

Eine Betriebsstörung ist bei dieser Disposition ausgeschlossen, da die Anordnung der Weichen und der nöthigen Verbindungen der bezüglichen Geleise sehr wohl in der Zwischenzeit, während welcher die Bahn von Zügen nicht frequentirt wird, ausführbar erscheint.



Das lichte Brückenprofil ist wegen der nicht rechtwinkeligen Lage des Bauwerks (die Canalhaltung schneidet die Bahn unter einem Winkel von 120°) auf ein Minimum beschränkt und zeigt dieserhalb, der vorstehenden Skizze zufolge, im Lichten, rechtwinkelig zu den Widerlagern gemessen, nur eine Weite von $11{,}_{50}$ m, wovon

auf den Haupttreidelweg	$2{,}_{50}$ m,
auf den Nebentreidelweg	$1{,}_{00}$ m,
auf die Canalsohle	$7{,}_{70}$ m,
und auf die Böschungen der Treidelwegsfuttermauern zusammen	$0{,}_{80}$ m.
in Summa . .	$11{,}_{50}$ m

entfallen. Es beträgt hiernach die Profilbreite im Wasserspiegel nur $7{,}_{70}$ m, welche jedoch im Hinblick auf die lichte Weite der Schleusen von 6 m ausreicht.

Die möglichste Einschränkung des Profils ist auch durch die Rücksicht auf den eisernen Oberbau geboten. Derselbe besteht für jede Brücke aus zwei Blechträgern mit Querträgern, welche die unter jeder Schiene angeordneten I-Balken aufnehmen.

Die Blechträger sind mit Einschlufs der Gurtungen $1{,}_{40}$ m in der Brückenmitte hoch und überragen, um für die Canalschifffahrt unter der Brücke an lichter Höhe zu gewinnen, die Schwellenoberkante um $0{,}_{30}$ m, ohne hierdurch das Normalprofil des lichten Raumes für die freie Bahn zu behindern.

Alle weiteren Constructionstheile erhellen aus dem Project, welches eventuell mit geringen Modificationen auch für die zweite Canal-Unterführung in der Eisenbahn Metz-Nancy zu verwenden sein würde.

e. Brücken und Durchlässe unter dem Canal.

Gröfsere Aquäducte sind bei der Moselcanalisation durchweg nicht nöthig geworden, es mufsten dagegen die Canalhaltungen über die in die Mosel einmündenden kleineren Seitenzuflüsse fortgeführt werden.

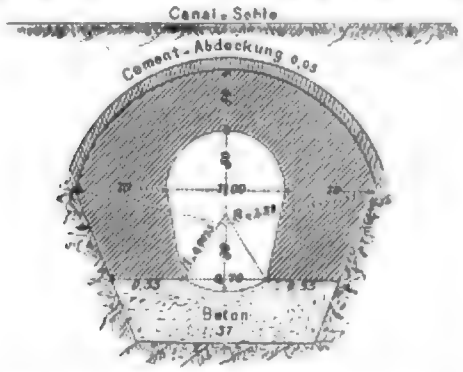
Ein derartiges Bauwerk (Pont-Canal) befindet sich, behufs Ueberbrückung des Rupt de Mad-Baches, auf der französischen Strecke bei Arnaville gleichzeitig mit der Schleuse daselbst verbunden, indem die Brückenöffnungen unter dem verlängerten Oberhaupt der Schleuse angeordnet sind. Da die Höhe der Canalsohle ohne völlige Aenderung des gesammten Projects der benachbarten Haltungen nicht zu modificiren war, hat man das nöthige Durchflufsprofil für den Rupt de Mad in Vergröfserung der Breite durch Anordnung von fünf flach überwölbten Oeffnungen zu gewinnen gesucht.

Bei gröfseren und plötzlichen Anschwellungen des Baches bildet sich zwar ein nicht unbeträchtlicher Stau oberhalb der Brücke, derselbe hat aber bei dem stark ansteigenden Terrain daselbst keinen erheblichen Nachtheil zur Folge und kann auch dem Bauwerk selbst bei seiner Construction nicht gefährlich werden.

Auf der deutschen Strecke von Arnaville bis Metz ist nur ein bedeutender Seitenzufluſs, der oberhalb Novéant einmündende Gorze-Bach, mit der Canalhaltung überschritten, und zu diesem Zwecke unter dem Canal ein gekuppelter Durchlafs nach den Zeichnungen auf Blatt 55 erbaut. Das Princip der Profilverbreiterung tritt auch hier namentlich unter der Canalsohle hervor. Neun daselbst placirte eiserne Rohre von à 20 m Länge, $56{,}_{5}$ cm lichtem Durchmesser und $1{,}_{7}$ cm Wandstärke bilden ein Abflufsprofil von rot. $2{,}_{25}$ □m Inhalt, vermögen daher bei Anschwellungen des Baches, je nach der aus dem Oberwasser resultirenden Druckhöhe, etwa 4 bis 5 kbm Wassermenge pro Secunde abzuführen. Die Rohre sind in Beton gebettet derartig, dafs sich ein durchgehendes Fundament von $0{,}_{30}$ m und eine Decke von $0{,}_{30}$ m Stärke bildet. Letztere ist noch durch eine 5 cm starke Cementabdeckung geschützt, auf welche eine schwache Kieslage in der Canalsohle und die aus Lehmboden bestehenden inneren Canalböschungen unmittelbar aufsetzen. Unter den Canaldämmen erweitert sich das Durchflufsprofil, indem je drei Rohre in einen mit Decken- und Sohlengewölbe versehenen massiven Durchlafs von à $2{,}_{30}$ m lichter Weite und $1{,}_{50}$ m lichter Höhe einmünden.

Hierbei ist den Sohlen der Durchlässe des Oberhaupts an Stelle von Einfallschächten eine Neigung von $1{,}_{50}$ m gegeben worden, während die Sohlen der Durchlässe des Unterhaupts ebenso wie die eisernen Rohre horizontal liegen.

Die Deckengewölbe sind übermauert und ebenfalls mit Cementschicht verkleidet. Mit Rücksicht auf spätere Reparaturen hat das Bauwerk am Ober- und Unterhaupt noch Dammfalze erhalten, welche einen zeitweisen Abschluss sowohl des Ober- als auch des Unterwassers gestatten.



Für die kleineren Seiten-Entwässerungsgräben wurden bei vorhandener Höhe vielfach massiv gewölbte, durchgehende Durchlässe unter den Canalhaltungen nach dem vorstehend gezeichneten Normal-Querprofil erbaut, nach Bedürfniss jedoch auch andere Durchflussprofile verwendet, je nachdem die abzuführende Wassermasse und die Höhenlage der Canalsohle resp. die Schwierigkeit der Fundamentirung solches bedingte. Ein derartiger Durchlass, die Ableitung des auf dem rechten Moselufer bei Jouy vorhandenen Seitenwassers bezweckend, ist auf Bl. 55 mitgetheilt.

Die lichte Weite des Profils misst $1{,}_{80}$ m bei $1{,}_{30}$ m Höhe vom Scheitel des Sohlen- bis zu demjenigen des Decken-Gewölbes. Letzteres ist, um Durchsickerungen von Canalwasser zu vermeiden, so weit es unter der Canalsohle liegt, mit einer Betonschicht und diese mit einer Cementdecke versehen.

Am Ober- und Unterhaupt waren Einfallkessel erforderlich, deren Sohlen behufs Bildung von Schlammfängen $0{,}_{40}$ m tiefer liegen als die Durchlasssohle. Von den sonstigen Modificationen, welche beim Bau der unter dem Canal hergestellten Durchlässe angewendet wurden, verdient noch bemerkt zu werden, dass einzelne Durchlässe sogenannte Ueberfallschächte erhalten haben. Diese führen nämlich, sobald sich der Wasserstand im Canal durch Wellenschlag, atmosphärische Niederschläge oder durch vermehrte Speisung über die normalmässige Höhe erhebt, den Ueberschuss an Canalwasser in den unter der Sohle vorhandenen Durchlass ab und verhindern sonach eine den Böschungen schädliche Anstauung im Canal.

Auf Bl. 56 ist ein derartiger ausgeführter Durchlass dargestellt. Die Terrainlage gestattete in dem vorliegenden Falle am Unterhaupt den freien Abfluss in den bestehenden Seiten-Entwässerungsgraben, so dass nur am Oberhaupt ein Einfallkessel von geringer Höhe nöthig war.

Unter den Canaldämmen ist der Durchlass massiv gewölbt, unter der Canalsohle aber genügte zur Abführung des Seitenwassers ein einfaches eisernes Rohr von $0{,}_{58}$ m lichtem Durchmesser. Dasselbe ist mit Rücksicht auf seinen weiteren Zweck, die zeitweise Abführung von Canalwasser betreffend, durch ein massives Lager aus Bruchsteinmauerwerk auf Betonfundament, sowie durch eine Abdeckung von Beton und Cement gesichert. Das Nähere ergiebt die Zeichnung.

Sämmtliche unter dem Canal erbauten Durchlässe, deren Auslaufsohlen unter dem Hochwasserstand der Mosel liegen, sind am Unterhaupt mit Eisenblechklappen versehen und diese derartig construirt, dass der Wasserstand selbstthätig den Verschluss bewirkt.

f. Seiten-Durchlässe.

Die in den Brückenrampen, so wie zur Ueberschreitung der Seitengräben in den am Fusse der Canaldämme vorhandenen Parallelwegen angelegten Seiten-Durchlässe haben die gewöhnliche einfache Construction mit Deckplatten erhalten. Ebenso sind die bei beschränktem Raum unterirdisch nothwendig gewordenen, zur Entwässerung des benachbarten Terrains dienenden, oft auf längere Entfernungen neben oder unter den Canaldämmen fortlaufenden Seiten-Durchlässe je nach Bedürfniss einfach construirt. In der Regel haben sie ein Betonfundament aus Bruchsteinen, gemauerte Widerlager, verkleidete Stirnen und theils Deckplatten, theils Deckengewölbe erhalten.

In einem einzigen Falle konnte das Seitenwasser direct in den Canal geleitet werden, da es sich nur um geringe Quantitäten reinen Wassers handelte, welches die in den Gräben der zu den Metzer Festungswerken gehörenden Lunette Rogniat entspringenden Quellen liefern. Ein in der Umwallung der Lunette vorhandener Durchlass führt das Wasser in einen am Terrain-Abhange befindlichen Graben der Mosel zu. Um nun die Erbauung eines kostspieligen Durchlasses unter dem Canal oder die Anlage eines längeren Seitengrabens neben dem Treidelweg zu vermeiden, wurde in letzterem ein kleiner Durchlass von $0{,}_{50}$ m lichter Weite und $0{,}_{55}$ m lichter Höhe mit Einfallkessel angeordnet, der Zuflussgraben aber von hier bis zum Lunetten-Durchlass, sowie die innere Böschung des Canaldammes am Auslauf mit gemauertem Pflaster bekleidet. Die Anlage ist auf Bl. 56 dargestellt.

Zu den vorbeschriebenen Bauwerken treten nun noch die Hafenanlagen, die Wärterhäuser und einzelne Baulichkeiten innerhalb der Festungswerke Metz, über deren Anordnung noch nicht endgiltig entschieden ist, die sich daher zur Zeit der Mittheilung entziehen. Diese Ergänzungen ebenso wie nähere Angaben über die gesammten Baukosten, über die Erscheinungen und Erfahrungen beim Füllen der Canalhaltungen, über die Frequenz und den Einfluss der Schifffahrtsstrasse auf Deutsch-Lothringen etc. bleiben einem späteren Nachtrage vorbehalten.

Schliesslich möge noch das dem General-Kostenanschlage und den Rechnungsbüchern von der deutschen Bauverwaltung zu Grunde gelegte Verzeichniss der in drei Hauptgruppen vertheilten Titel hier Platz finden, wobei noch zu bemerken ist, dass jedes für sich bestehende Bauwerk innerhalb des entsprechenden Titels eine besondere Position mit fortlaufender Nummer erhalten hat, und dass ausser einem Hauptbuch noch für jedes Loos ein nach Titeln und Positionen geordnetes Special-Manual angelegt worden ist, welches die jeder-

Digitized by Google

zeitige Uebersicht über die Ausgaben sowohl der gesammten Leistungen als auch jedes einzelnen Bau-Objects gestattet.

Titel-Verzeichnifs.

A. Erd-, Bagger- und Böschungs-Arbeiten.

Tit. I. Herstellung des Canals, der Leinpfade, Parallelwege und Seitengräben.
- II. Baggerungen.
- III. Befestigung und Dichtung der Böschungen incl. Futtermauern und Steinpackungen.

B. Kunstbauten.

Tit. IV. Hafenanlagen.
- V. Canalschleusen.
- VI. Speisungs- und Abführungsschleusen.
- VII. Wehre.
- VIII. Brücken.
- IX. Durchlässe.
- X. Rigolen.
- XI. Wärterhäuser und Magazine.
- XII. Sonstige kleinere Bauwerke.

C. Generalia.

Tit. XIII. Grund- und Nutzungs-Entschädigung.
- XIV. Geräthe.
- XV. Schutz-, Kilometer- und Grenzsteine.
- XVI. Pflanzungen.
- XVII. Aufsichtskosten und Rendanturgebühren.

XVIII. Insgemein.

Tilsit, im März 1874. J. Schlichting.

Theorie und Anordnung der Lehrgerüste gewölbter Brücken.

(Zur Fortsetzung der Abhandlung: Analytisch-graphische Construction der Brückengewölbe im XXIIsten Jahrgang dieser Zeitschrift.)

(Mit Zeichnungen auf Blatt K und L im Text.)

I. Druck der Brückengewölbe auf Lehrgerüste im Allgemeinen.

a. Analytische Bestimmung des Drucks der Gewölbe auf ihre Lehrgerüste.

So lange ein Gewölbe nicht geschlossen ist, hat jeder seiner Wölbsteine das Bestreben, von der Lagerfuge, worauf er ruht, herabzugleiten, welchem die Reibung auf der letzteren entgegenwirkt. Der Ueberschufs seines Bestrebens abzugleiten über den Widerstand, welchen jene Reibung diesem entgegensetzt, mufs durch das Lehrgerüste aufgehoben werden und bildet seinen Druck auf das Lehrgerüst.

Bezeichnet

k den Gegendruck des Lehrgerüstes auf die Flächeneinheit,

φ den Winkel, welchen eine beliebige Lagerfuge mit dem Loth einschliefst,

ϱ den Krümmungshalbmesser der inneren Wölblinie,

d_1 die Länge der Lagerfuge, beide für den Winkel φ,

g das Gewicht der kubischen Einheit Gewölbematerial,

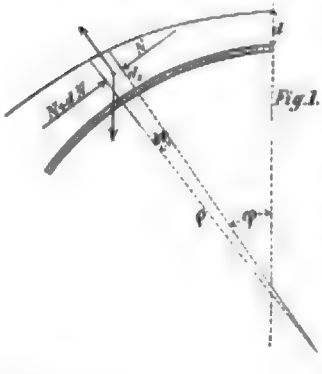


Fig. 1.

so ist mit Bezug auf Fig. 1 das Gewicht eines Gewölbelementes von der unendlich kleinen Dicke $d\varphi$ und Tiefe 1

$$g d_1 \varrho d\varphi,$$

die in der Richtung des Krümmungs-Halbmessers nach innen wirkende Componente desselben

$$g d_1 \varrho \cos\varphi d\varphi$$

und der in derselben Richtung nach aufsen wirkende Gegendruck des Lehrgerüstes

$$k \varrho d\varphi.$$

Bezeichnet

N den Normaldruck auf die Lagerfuge,

dN die Differenz der entgegengesetzten Normaldrucke des Gewölbelementes,

μ den Reibungswiderstand des Gewölbmaterials,

so besteht Gleichgewicht gegen Fortschreiten in der Richtung des Krümmungshalbmessers, wenn

$$k\varrho d\varphi - g d_1 \varrho \cos\varphi d\varphi + N \sin d\varphi + \mu dN d\varphi = 0 \quad (1)$$

und gegen Fortschreiten in einer, zu jener normalen Richtung, wenn

$$g d_1 \varrho \sin\varphi d\varphi - dN \cos d\varphi + \mu N \sin d\varphi = 0 \quad (2).$$

Wird in Gleichung (1) und (2) $d\varphi$ statt $\sin d\varphi$, 1 statt $\cos d\varphi$ gesetzt und durch $d\varphi$ dividirt, so ergeben sich beziehungsweise

$$k\varrho - g d_1 \varrho \cos\varphi + N + \mu \frac{dN}{d\varphi} = 0$$

und

$$g d_1 \varrho \sin\varphi - \frac{dN}{d\varphi} + \mu N = 0.$$

Wird das zweite und dritte Glied der letzteren Differentialgleichung auf deren andre Seite gebracht, so folgt

$$\frac{dN}{d\varphi} - \mu N = g d_1 \varrho \sin\varphi \quad . \quad . \quad . \quad (3).$$

und wenn mit C die Integrationsconstante bezeichnet wird, durch Integration*)

$$N = e^{\mu\varphi} (g \int \varrho d_1 e^{-\mu\varphi} \cdot \sin\varphi d\varphi + C).$$

Nimmt die Gewölbstärke von dem Scheitel nach dem Kämpfer hin zu und wird mit d die Stärke des Schlufssteins bezeichnet, so ist

$$d_1 = \frac{d}{\cos\varphi} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

zu setzen, woraus

$$N = e^{\mu\varphi} (g d \int \varrho e^{-\mu\varphi} \cdot \operatorname{tg}\varphi d\varphi + C),$$

eine Gleichung, welche nach Einführung der den verschiedenen Gewölben zugehörigen Werthe von ϱ zu integriren

*) Die Integration der allgemeinen linearen Differentialgleichung erster Ordnung

$$\frac{dy}{dx} + ay = f(x)$$

ergiebt nämlich

$$y = e^{-ax} (\int f(x) \cdot e^{ax} dx + C).$$

Digitized by Google

ist. Wird das Gewölbe in gleicher Stärke durchgeführt, so ist

$$N = e^{\mu\varphi}\,(g d \int \varrho e^{-\mu\varphi} \sin\varphi\, d\varphi + C) \quad \cdot \quad (5).$$

Ist z. B., wie beim Kreise, der Krümmungshalbmesser $\varrho = r$ constant, so ist

$$N = e^{\mu\varphi}\,(C + g d r \int e^{-\mu\varphi} \sin\varphi\, d\varphi), \quad \cdot \quad \cdot \quad (6)$$

woraus man durch Integration*) erhält

$$N = C \cdot e^{\mu\varphi} - g d r \cdot \frac{\mu \sin\varphi + \cos\varphi}{1+\mu^2} \quad \cdot \quad (7).$$

Hieraus ergiebt sich für den obersten Wölbstein, bei welchem der Winkel $\varphi = \alpha$ und der Normaldruck $N = 0$ wird, wegen

$$0 = C \cdot e^{\mu\alpha} - g d r \cdot \frac{\mu \sin\alpha + \cos\alpha}{1+\mu^2}$$

die Constante

$$C = g d r \cdot \frac{\mu \sin\alpha + \cos\alpha}{(1+\mu^2)\, e^{\mu\alpha}} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (8)$$

Wird dieser Werth in Gleichung 8 eingeführt, so erhält man

$$N = \frac{g d r}{1+\mu^2}\left[(\mu \sin\alpha + \cos\alpha)\, e^{\mu(\varphi-\alpha)} - \mu \sin\varphi - \cos\varphi\right] \quad (9)$$

und hieraus durch Differentiation

$$\frac{dN}{d\varphi} = \frac{g d r}{1+\mu^2}\left[(\mu \sin\alpha + \cos\alpha)\, e^{\mu(\varphi-\alpha)} - \mu \cos\varphi + \sin\varphi\right] \quad (10)$$

Werden die Werthe von (9) und (10) eingeführt, so erhält man nach gehöriger Reduction

$$k = g d\,[2\cos\varphi - (\mu \sin\alpha + \cos\alpha)\, e^{\mu(\varphi-\alpha)}] \quad \cdot \quad (11)$$

woraus folgt, dafs der zur hinreichenden Unterstützung des Gewölbes erforderliche Gegendruck des Lehrgerüstes mit abnehmendem α wächst und für $\varphi = \alpha$ zum Maximum wird. In diesem Falle erhält man

$$k_{max} = g d\,(\cos\alpha - \mu \sin\alpha) \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (12)$$

also eine Gleichung, welche das Gleichgewicht der Wölbsteine gleich starker Kreisgewölbe gegen Abgleiten von ihren Lagerfugen ausdrückt und aus welcher folgt,

1) dafs jede Stelle des Lehrgerüstes dann den gröfsten Gegendruck zu leisten hat, wenn die Wölbung bis zu ihr fortgeschritten ist, und

2) dafs jeder Wölbstein so lange den gröfsten Druck auf das Lehrgerüste ausübt, als er der zuletzt versetzte ist.

Die Gleichung (12) enthält die allgemeine Gleichgewichtsbedingung gegen das Abgleiten eines Körpers mit dem Gewichte dg von einer schiefen, unter dem Winkel $90 - \alpha$ zum Horizonte geneigten Ebene. Wird in derselben d_1 statt d gesetzt, so drückt sie das Gleichgewicht gegen Abgleiten auch eines Gewölbsteins mit dem veränderlichen Gewichte $d_1 g$ von einer unter dem Winkel α zur Lothrechten geneigten Lagerfuge aus und ergiebt, wenn nach Gleichung (4) für d_1 sein Werth gesetzt wird, den Normaldruck auf die Flächeneinheit des Lehrgerüstes

$$k = g d\,(1 - \mu \operatorname{tg}\alpha) \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (13)$$

woraus folgt, dafs derselbe aufser von dem Gewichte der kubischen Einheit des Gewölbematerials und der Stärke des Schlufssteins nur von dem Reibungswiderstande und dem Neigungswinkel der Lagerfuge abhängt.

*) Allgemein ist

$$\int e^{ax} \sin x\, dx = \frac{a \sin x - \cos x}{1+a^2} \cdot e^{ax}$$

In dieser Gleichung stellt

$$d\,(1 - \mu \operatorname{tg}\alpha) = \zeta \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (14)$$

die Gröfse des unter dem Winkel α central wirkenden Drucks auf die Längeneinheit des Lehrbogens und für die Tiefe 1, also für die Quadrateinheit des Lehrgerüstes dar, welche für $\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{\mu}$ Null wird, mit dem nach dem Scheitel hin zunehmenden Winkel α wächst und für den Scheitel, worin $\alpha = 0$, ihr Maximum erreicht.

Hieraus folgt, dafs das Lehrgerüste nur bis zu dem Punkte erforderlich wird, für welchen $\operatorname{tg}\alpha \leq \frac{1}{\mu}$ ist und dafs dasselbe mit nach dem Scheitel hin zunehmender Stärke zu construiren ist. Durch Einführung verschiedener, aufeinander folgender Werthe von $\operatorname{tg}\alpha$ erhält man die verschiedenen, ihnen entsprechenden Drucke des Gewölbes auf die Flächeneinheit der Lehrgerüste und kann aus deren Summe annähernd den Druck des theilweise oder ganz ausgeführten Gewölbes finden.

Um denselben exact zu bestimmen, bezeichne

B die Tiefe des ganzen Gewölbes,

n die Anzahl der gleich weit von einander entfernten Lehrbogen,

so ist, wenn eine gleichmäfsig fortschreitende Versetzung der Quader von den Kämpfern ab angenommen wird, für den kleinen Winkel $d\alpha$ der Gewölbedruck auf einen Lehrbogen

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1}\, g d \int_{\alpha}^{\alpha_1} (1 - \mu \operatorname{tg}\alpha)\, \varrho\, d\alpha \quad \cdot \quad \cdot \quad (15)$$

worin α_1 und α die Grenzwinkel bezeichnen, zwischen welchen das Gewölbe den Druck auf das Lehrgerüst ausübt.

Wird $\operatorname{tg}\alpha = \frac{dy}{dx}$ und $\varrho d\alpha = ds = dx\sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}$ gesetzt, so ergiebt sich für Coordinaten die centrale Druckhöhe

$$\zeta = d\left(1 - \mu \cdot \frac{dy}{dx}\right) \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (16)$$

der Gewölbedruck auf die Flächeneinheit des Lehrgerüstes

$$k = g d\left(1 - \mu \cdot \frac{dy}{dx}\right) \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (17)$$

und auf einen Lehrbogen zwischen den Abscissen x_1 und x

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1}\, g d \int_{x}^{x_1} \left(1 - \mu \cdot \frac{dy}{dx}\right) \sqrt{\left(1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right)}\, dx \quad (18)$$

eine Gleichung, welche nach Einschaltung der den verschiedenen Wölblinien entsprechenden Werthe von $\frac{dy}{dx}$ zu integriren ist.

Um an die Stelle dieses Integrals, wenn die Integration zu schwierig wird, ein Näherungsverfahren zu setzen, seien

$s_1\ s_2 \ldots s_n$ die Längen der zwischen den Knotenpunkten des Lehrgerüstes enthaltenen Bogenstücke,

$\zeta_0\ \zeta_1 \ldots \zeta_n$ die denselben entsprechenden Druckhöhen,

so ergiebt sich annähernd der Druck auf einen Lehrbogen

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g\left(\frac{\zeta_0 + \zeta_1}{2} \cdot s_1 + \frac{\zeta_1 + \zeta_2}{2} \cdot s_2 + \ldots \frac{\zeta_{n-1} + \zeta_n}{2} \cdot s_n\right) \quad (19)$$

und wenn, um sicher zu gehen, die jedem Bogenstück entsprechende gröfste Druckhöhe zu Grunde gelegt wird,

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g\left(\zeta_0 s_1 + \zeta_1 s_2 + \cdots \zeta_{n-1} s_n\right) \quad (20)$$

Digitized by Google

Sind alle Bogenstücke von gleicher Gröfse, also $s_1 = s_2 = \cdots s_n = s$, so vereinfachen sich diese Gleichungen und man erhält

$$D = \frac{B}{n-1} \cdot g s \left[\zeta_0 + 2\left(\zeta_1 + \zeta_2 + \cdots \zeta_{n-1}\right) + \zeta_n\right] \quad (19^a)$$

und

$$D = \frac{B}{n-1} \cdot g s \left[\zeta_0 + \zeta_1 + \cdots \zeta_{n-1}\right] \quad \cdots \quad (20^a)$$

Die in den vorstehenden Gleichungen vorkommenden Längen $s_1\ s_2 \cdots s_n$ der Bogenstücke lassen sich mit Benutzung der zugehörigen Krümmungshalbmesser aus der Gleichung für das beliebige $m$te Bogenstück

$$s_m = \frac{\pi}{180} \alpha_m \cdot \varrho_m \quad \cdots \quad (21)$$

finden, wenn ϱ_m den zugehörigen Krümmungshalbmesser und α_m den zugehörigen Centriwinkel in Grad

bezeichnet. Die Bogenstücke des Kreisgewölbes, für welches $\varrho_m = r$, also constant ist, ergeben sich alsdann

$$s_m = \frac{\pi r}{180} \cdot \alpha_m \quad \cdots \quad (22)$$

und wenn die Zahl $\alpha_m = \alpha$ der Grade stets gleich genommen wird,

$$s = \frac{\pi r}{180} \cdot \alpha \quad \cdots \quad (23)$$

Nimmt man in Uebereinstimmung mit den von mehreren Ingenieuren angestellten Versuchen*) den kleinstmöglichen Reibungswinkel von Stein auf Stein zu 20 bis 24°, daher im Mittel zu 22° an, so beträgt $\alpha_1 = 68°$ und erscheint mithin $2\alpha_1 = 136°$ als der gröfste, zwei gegenüberliegenden Lagerfugen angehörige Neigungswinkel, für welchen der Druck eines Gewölbes auf sein Lehrgerüste überhaupt noch zu berücksichtigen, d. h. die Ausdehnung des letzteren zu bemessen ist. Da

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{tg} 68° - 2{,}5 = \frac{1}{\mu} \quad \cdots \quad (24)$$

so ergiebt sich

$$\mu = \frac{1}{2{,}5} = 0{,}4 \quad \cdots \quad (25)$$

mithin allgemein

$$\zeta = d\,(1 - 0{,}4 \operatorname{tg} \alpha) \quad \cdots \quad (26)$$

und der Druck auf die Quadrateinheit des Lehrgerüstes

$$k = g\zeta = g d\,(1 - 0{,}4 \operatorname{tg} \alpha). \quad \cdots \quad (27)$$

Schreitet man von 10° zu 10° fort, so lassen sich die Werthe von $\operatorname{tg}\alpha$, mithin die von $1 - 0{,}4 \operatorname{tg}\alpha$ berechnen und es ergiebt sich, wenn der Anfangswinkel 10° beträgt, für

α =	0°	10°	20°	30°	40°
$1 - 0{,}4 \operatorname{tg}\alpha$ =	1,0000	0,9236	0,8544	0,7691	0,6644
=	50°	60°	68°		
=	0,5932	0,5072	0,4000		

und wenn der Anfangswinkel 7,5° beträgt, für

α =	0°	7,5°	17,5°	27,5°	37,5°
$1 - 0{,}4 \operatorname{tg}\alpha$ =	1,0000	0,9472	0,8736	0,7916	0,6932
	47,5°	57,5°	68°		
	0,5927	0,5280	0,4000		

Werthe, welche mit der zugehörigen Schlufssteinstärke zu multipliciren sind, um die centralen Druckhöhen ζ zu erhalten.

*) Vgl. u. A. d. Versuche von Bukowsky. Ztschr. des ö. Ing.- u. Architekten-Vereins. 1870. S. 224.

b. Graphische Bestimmung des Drucks der Gewölbe auf ihre Lehrgerüste.

Sieht man von einer analytischen Bestimmung der centralen Druckhöhen ab, so läfst sich der Werth (14) von ζ zu einer annähernden Darstellung derselben auf graphischem Wege, wie folgt, benutzen. Nachdem man mit Hilfe der bekannten Stärke d des Schlufssteins die dem Winkel α oder der Abscisse x entsprechende Länge d_1 der Lagerfuge in bekannter Weise bestimmt hat, s. Fig. 2 u. 3, schneidet man

Fig. 2.

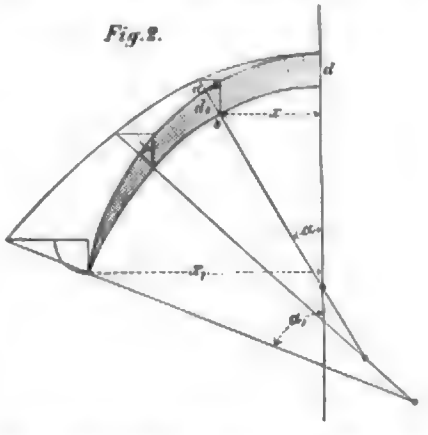


Fig. 3.

den μten Theil der wagrechten Kathete $d \operatorname{tg}\alpha$ des hierdurch gebildeten rechtwinkligen Dreiecks von der lothrechten Kathete d ab und überträgt den hierdurch erhaltenen Rest derselben

$$d - \mu d \operatorname{tg}\alpha = d(1 - \mu \operatorname{tg}\alpha) = \zeta$$

mittelst Kreisbogen auf den unteren Theil der Lagerfuge d_1.

Im Scheitel, wo $\operatorname{tg}\alpha = 0$, wird $\zeta = d$, in dem Punkte, wo $\mu \operatorname{tg}\alpha = 1$, wird $\zeta = 0$.

Werden die oberen Endpunkte aller auf den Lagerfugen erhaltener centraler Druckhöhen verbunden, so ergiebt sich die in Fig. 2 durch Schraffirung bezeichnete Fläche als die graphische Darstellung des Gewölbedrucks, welchen man sich mit dem Gewichte g der kubischen Einheit auf die Tiefe 1 des Lehrgerüstes wirkend zu denken hat. Hieraus läfst sich der Druck des Gewölbes sowohl auf das ganze Lehrgerüst, als auf eine Tragrippe desselben leicht ableiten.*) Nimmt man den Reibungswiderstand $\mu = 0{,}4$ an, so ergiebt sich die centrale Druckhöhe

$$ab = d(1 - 0{,}4 \operatorname{tg}\alpha) = \zeta \cdot \quad \cdots \quad (28)$$

durch die in Fig. 3 dargestellte Construction.

II. Druck bestimmter Brückengewölbe auf ihre Lehrgerüste.

1. Druck der Brückengewölbe mit gegebener Gewölbform und hiernach angeordneter Belastung auf ihre Lehrgerüste.

α) Druck der halbkreisförmigen Brückengewölbe auf ihre Lehrgerüste.

Wird der constante Krümmungshalbmesser $\varrho = r$ des Kreises in die Gleichung (15) eingesetzt, so ergiebt sich der Druck eines halbkreisförmigen Brückengewölbes auf einen Lehrbogen

*) Eine rein graphische Ableitung der auf Lehrgerüste wirkenden Gewölbedrucke s. Zeitschr. des österr. Ing.- u. Architekt.-Ver. 1870. S. 223 ff.

Digitized by Google

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g d r \int_{\alpha}^{\alpha_1} (1 - \mu \operatorname{tg} \alpha)\, d\alpha$$

$$= 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g d r \int_{\alpha}^{\alpha_1} (d\alpha - \mu \operatorname{tg} \alpha\, d\alpha)$$

und, wenn die Integration zwischen den Grenzen α_1 und α ausgeführt wird,

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} g d r \left(\alpha' - \alpha - \mu \cdot la \cdot \log \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_1}\right) \quad \cdot \quad (29)$$

worin la den Neper'schen Logarithmus der Basis des zu Grunde gelegten Systems, also für die Basis 10 den Werth $2{,}3025851$ darstellt.

Für bezw. α' und α Grad wird der Bogen

$$\alpha' = \frac{\pi}{180} \cdot \alpha' \text{ und } \alpha = \frac{\pi}{180} \cdot \alpha,$$

daher

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g d r \left[\frac{\pi}{180} (\alpha' - \alpha) - \mu \cdot la \cdot \log \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_1}\right] \quad (30)$$

woraus sich der Druck jedes kreisförmigen Gewölbes auf sein Lehrgerüst innerhalb beliebiger Grenzen leicht bestimmen läfst. Der Bogen α_1 ergiebt sich aus der Bedingung

$$\zeta = d (1 - \mu \operatorname{tg} \alpha_1) = 0 \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (31)$$

woraus

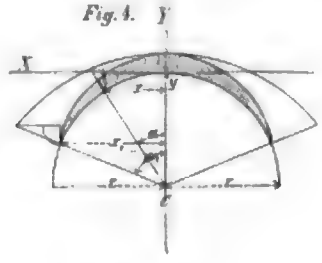
$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{1}{\mu} \text{ und } \alpha_1 = arc \left(\operatorname{tg} = \frac{1}{\mu}\right) \quad \cdot \quad \cdot \quad (32)$$

Aus der Scheitelgleichung

$$r - y = \sqrt{r^2 - x^2}$$

des Kreises, s. Fig. 4, ergiebt sich durch Differentiation

Fig. 4.



$$\frac{dy}{dx} = \frac{x}{\sqrt{r^2 - x^2}}$$

mithin, wenn dieser Werth in Gleichung (14) und (18) eingeführt wird,

$$\zeta = d \left(1 - \mu \cdot \frac{x}{\sqrt{r^2 - x^2}}\right) \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (33)$$

und

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g d \int_{x}^{x_1} \left(1 - \mu \cdot \frac{x}{\sqrt{r^2 - x^2}}\right) \sqrt{\left(1 + \frac{x^2}{r^2 - x^2}\right)} dx$$

$$= 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g d \int_{x}^{x_1} \left(1 - \mu \cdot \frac{x}{\sqrt{r^2 - x^2}}\right) \frac{r}{\sqrt{r^2 - x^2}} \cdot dx.$$

Wird die Multiplication ausgeführt und reducirt, so ergiebt sich

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g d \left[\int_{x}^{x_1} \frac{r dx}{\sqrt{r^2 - x^2}} - \mu r \int_{x}^{x_1} \frac{x dx}{r^2 - x^2}\right]$$

Hierin ist $\int \frac{r dx}{\sqrt{r^2 - x^2}} = \operatorname{arc} \left(\sin = \frac{x}{r}\right)$

und $-\int \frac{x dx}{\sqrt{r^2 - x^2}} = \frac{la}{2} \cdot \log (r^2 - x^2) - la \cdot \log \sqrt{r^2 - x^2}$

daher, wenn diese Integrale zwischen den Grenzen x_1 und x genommen und eingeführt werden,

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g d \left[\operatorname{arc} \left(\sin = \frac{x_1}{r}\right)\right]$$

$$- \operatorname{arc} \left(\sin = \frac{x}{r}\right) - \mu r\, la \cdot \log \sqrt{\frac{r^2 - x^2}{r^2 - x_1^2}} \quad \cdot \quad (34)$$

ein Ausdruck, welcher mit dem früher gefundenen übereinstimmt, da

$$\operatorname{arc} \left(\sin = \frac{x_1}{r}\right) = r \alpha_1, \quad \operatorname{arc} \left(\sin = \frac{x}{r}\right) = r \alpha$$

und

$$\log \sqrt{\frac{r^2 - x^2}{r^2 - x_1^2}} = \log \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_1}$$

ist. Die Abscisse x_1 ergiebt sich aus der Bedingung $\zeta = 0$ oder aus

$$\frac{dy}{dx_1} = \frac{x_1}{\sqrt{r^2 - x_1^2}} = \frac{1}{\mu}$$

woraus man die Coordinaten des Punktes, worin der Druck auf das Lehrgerüst Null wird, erhält

$$x_1 = \frac{r}{\sqrt{1 + \mu_1^2}} \text{ und } y_1 = r - \sqrt{r^2 - x_1^2} \quad \cdot \quad (35)$$

Bleibt man bei den Näherungswerthen stehen, so ergiebt sich für

$$s_1 = \frac{\pi r}{180} \cdot a_1, \quad s_2 = \frac{\pi r}{180} \cdot a_2 \cdots s_n = \frac{\pi r}{180} \cdot a_n$$

der Gewölbedruck

$$D = \frac{B}{n-1} \cdot g \cdot \frac{\pi r}{180} \left[\left(\frac{\zeta}{0} + \frac{\zeta}{1}\right) a_1 + \left(\frac{\zeta}{1} + \frac{\zeta}{2}\right) a_2 \right.$$

$$\left. + \cdots \left(\frac{\zeta}{n-1} + \frac{\zeta}{n}\right) a_n\right] \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (36)$$

und bei gleichen Bogenstücken, für welche $a_1 = a_2 = \cdots a_n = a$ ist,

$$D = \frac{B}{n-1} \cdot g \cdot \frac{\pi r a}{180} \left(\frac{\zeta}{0} + 2 \left(\frac{\zeta}{1} + \frac{\zeta}{2} + \cdots \frac{\zeta}{n-1}\right) + \frac{\zeta}{n}\right) \quad (37)$$

Für die jedem Bogenstück a entsprechende gröfste Druckhöhe erhält man nach Gleichung (20*)

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g \cdot \frac{\pi r a}{180} \left(\frac{\zeta}{0} + \frac{\zeta}{1} + \frac{\zeta}{2} + \cdots \frac{\zeta}{n-1}\right) \quad (38)$$

Beispiel. Für das früher*) berechnete Halbkreisgewölbe betrug der Radius der inneren Wölblinie $r = \frac{l}{2} = 15$ Meter,

das Gewicht der kubischen Einheit des Gewölbes

$g = 2500$ K^g p. Kubikmeter,

die Schlufsstärke $d = 0{,}77$ Meter,

mithin ergiebt sich, wenn diese Werthe eingeführt werden und nach dem Früheren $\mu = 0{,}4$ gesetzt wird, aus Gleichung (14)

$$\zeta = d (1 - \mu \operatorname{tg} \alpha) = 0{,}77 \cdot (1 - 0{,}4 \operatorname{tg} \alpha)$$

und

$$k = g \zeta = 2500 \cdot \zeta$$

daher für

$\alpha =$	$0°$	$10°$	$20°$	$30°$	$40°$	$50°$	$60°$	$68°$
$\zeta =$	$0{,}77$	$0{,}72$	$0{,}64$	$0{,}59$	$0{,}51$	$0{,}40$	$0{,}24$	$0{,}00$ m
$k =$	1925	1800	1650	1475	1275	1000	600	0 K^g p. □m

Die hier berechneten centralen Druckhöhen stimmen mit den in Fig. 1, Blatt K construirten überein. Beträgt die Breite des Gewölbes $7{,}5$ m und die Zahl seiner Lehrbogen 8, so ist

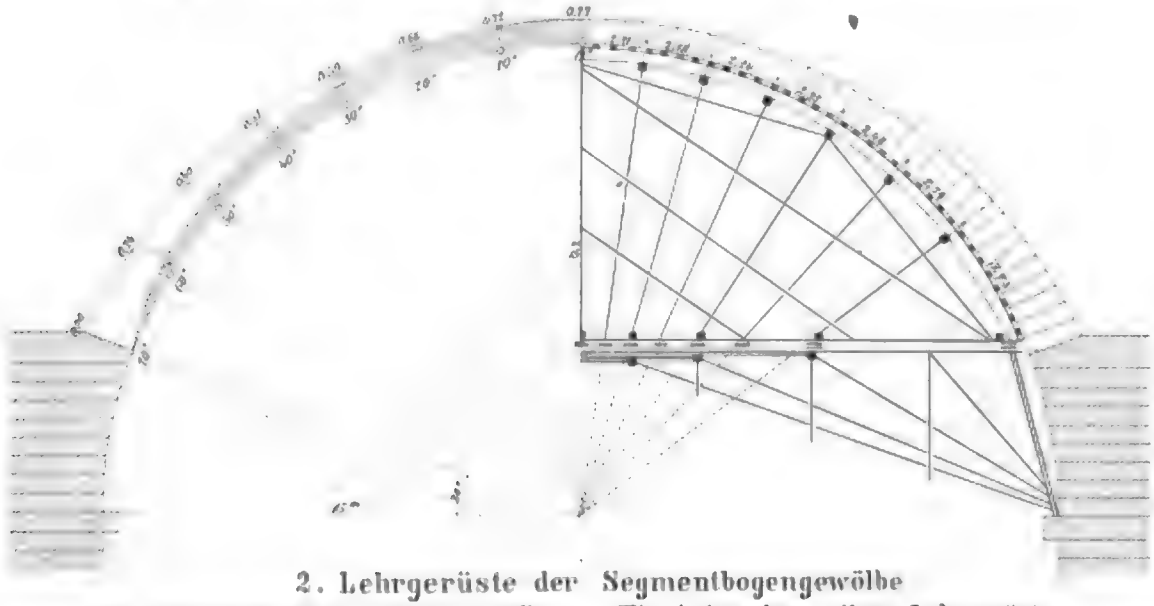
*) Vgl. diese Zeitschr. Jahrg. XXII, Sp. 427 ff.

Digitized by Google

Theorie und Anordnung der Lehrgerüste gewölbter Brücken.

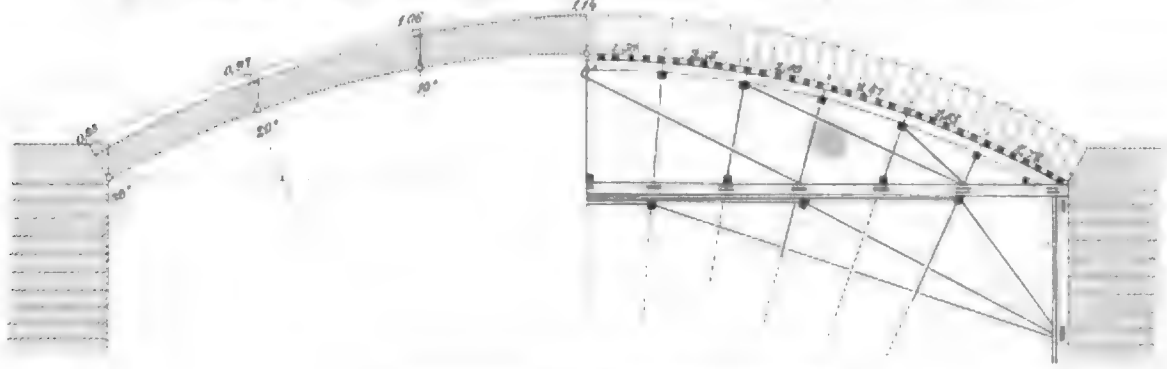
1. Lehrgerüste der Kreisgewölbe.

Fig. 1. Druck der Kreisgewölbe. Fig. 2. Anordnung ihrer Lehrgerüste.



2. Lehrgerüste der Segmentbogengewölbe

Fig. 3. Druck der Segmentbogengewölbe. Fig. 4. Anordnung ihrer Lehrgerüste



3. Lehrgerüste der Korbbogengewölbe.

Fig. 6. Druck der Korbbogengewölbe. Fig. 7. Anordnung ihrer Lehrgerüste.

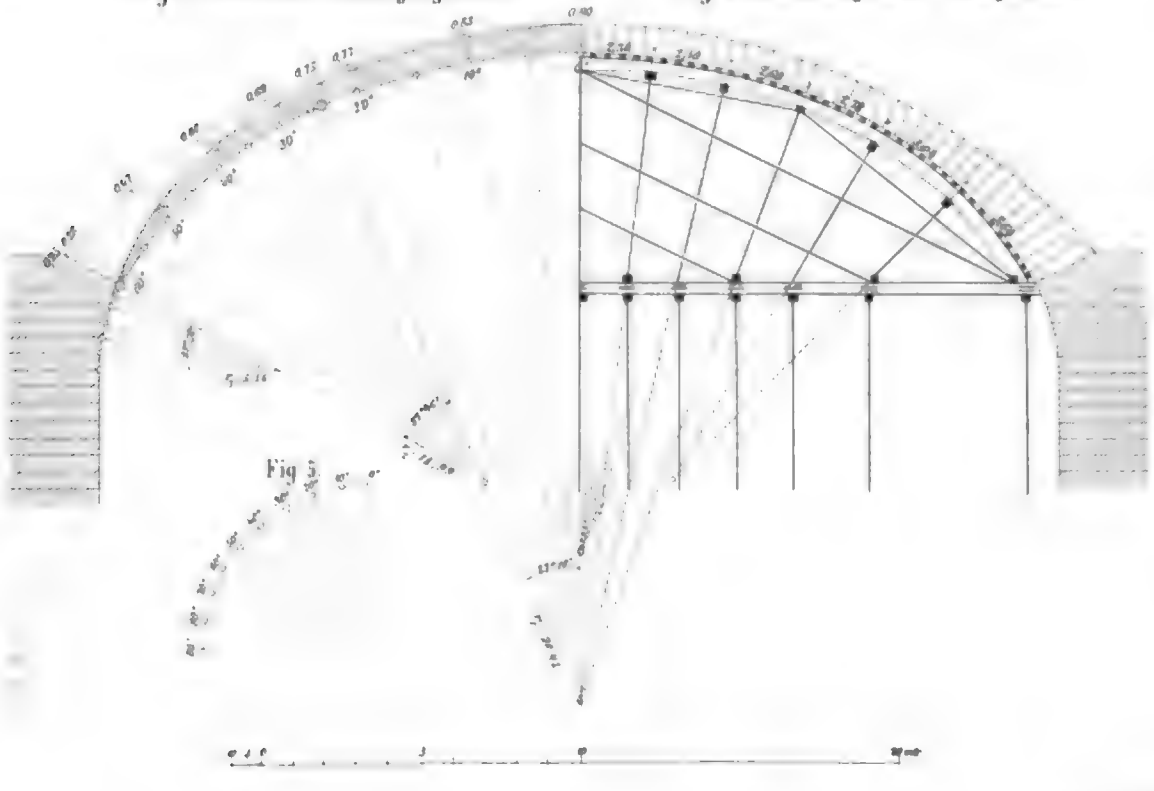


Fig 3.

Digitized by Google

der Druck des Gewölbes auf einen Lehrbogen nach Gleichung (30)

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot gdr \left[\frac{\pi}{180}(a'-a) - \mu \cdot la \cdot \log\frac{\cos a}{\cos a_1}\right]$$

$$= 2 \cdot \frac{7{,}5}{7} \cdot 2500 \cdot 0{,}77 \cdot 15 \left[\frac{3{,}14}{180}(a_1 - a) - 0{,}4 \cdot 2{,}3 \log\frac{\cos a}{\cos a'}\right]$$

$$= 61793 \left[0{,}017\,(a_1 - a) - 0{,}92 \cdot \log\frac{\cos a}{\cos a_1}\right]$$

Für $a_1 = 68°$ und $a = 45°$ ergiebt sich der Druck der unteren Gewölbhälfte auf einen Lehrbogen

$$D = 61793 \left[0{,}017 \cdot 23 - 0{,}92 \log\frac{0{,}707}{0{,}375}\right] = 8509 \text{ K}^g,$$

für $a_1 = 68°$ und $a = 0°$ erhält man den Druck des ganzen Gewölbes auf einen Lehrbogen

$$D = 61793 \left[0{,}017 \cdot 68 - 0{,}92 \cdot \log\frac{1}{0{,}375}\right] = 47390 \text{ K}^g.$$

Bedient man sich zu diesen Bestimmungen der Gleichungen 19* und 20*, so ergiebt sich für den Druck des ganzen Gewölbes auf einen Lehrbogen, da $s = 10 \cdot \frac{\pi r}{180} = 2{,}61$ ist, beziehungsweise der Näherungswerth

$$D = \frac{B}{n-1} \cdot g \cdot s\,[\zeta_0 + 2(\zeta_1 + \zeta_2 + \cdots \zeta_{n-1}) + \zeta_n]$$

$$= \frac{7{,}5}{7} \cdot 2500 \cdot 2{,}61 [0{,}77 + 2(0{,}72 + 0{,}66 + 0{,}59 + 0{,}51 + 0{,}40 + 0{,}24) + 0]$$

$$= 48943 \text{ K}^g$$

und

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g \cdot s\,(\zeta_0 + \zeta_1 + \zeta_2 + \cdots \zeta_{n-1})$$

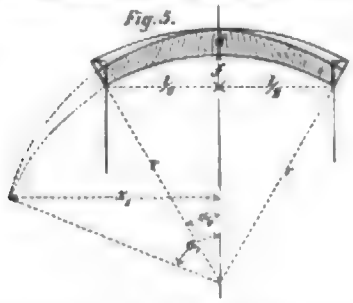
$$= 2 \cdot \frac{7{,}5}{7} \cdot 2500 \cdot 2{,}61 (0{,}77 + 0{,}72 + 0{,}66 + 0{,}59 + 0{,}51 + 0{,}40 + 0{,}24)$$

$$= 54302 \text{ K}^g.$$

β. Druck der kreissegmentförmigen Gewölbe auf ihre Lehrgerüste.

Bezeichnet $2\alpha_{11}$ den Centriwinkel und l die Spannweite des kreissegmentförmigen Gewölbes, s. Fig. 5, so gel-

Fig. 5.



ten die Gleichungen 29 — 32 bis zum Tangentenwinkel $\alpha = \alpha_{11}$ und die Gleichungen 33 — 34 bis zur Abscisse $x = \frac{l}{2}$. Ist

$$\alpha_{11} < a_1 \quad \text{oder} \quad l/_2 < x_1,$$

so muſs der ganze Bogen unterrüstet werden, während für

$$\alpha_{11} > a_1 \quad \text{oder} \quad l/_2 > x_1$$

nur der dem Bogen a_1 oder der Abscisse x_1 entsprechende Theil des Lehrgerüstes einer Unterstützung bedarf.

Beispiel. Für das früher*) berechnete 60gradige Segmentbogengewölbe einer Eisenbahnbrücke betrug

der Radius der inneren Wölblinie $r = l = 30^m$,
das Gewicht des Gewölbes . . $g = 2800 \text{ K}^g$ p. kb^m,
die Stärke des Schluſssteins . . $d = 1{,}14^m$,

mithin ergiebt sich, wenn diese Werthe eingeführt werden, und nach dem Früheren $\mu = 0{,}4$ gesetzt wird, aus Gleichung (14) die centrale Druckhöhe

$$\zeta = \alpha\,(1 - \mu \operatorname{tg}\alpha) = 1{,}14\,(1 - 0{,}4 \operatorname{tg}\alpha)$$
$$k = g\zeta = 2800 \cdot \zeta$$

daher für

$\alpha =$	$0°$	$10°$	$20°$	$30°$
$\zeta =$	$1{,}14$	$1{,}06$	$0{,}97$	$0{,}88^m$
$k =$	3192	2968	2716	2464 K^g p. □^{m}.

Die hier berechneten Werthe stimmen mit den in Fig. 3, mit Hilfe der in Fig. 5 aufgetragenen Winkel, construirten centralen Druckhöhen überein. Beträgt die Breite des Gewölbes $B = 7{,}5^m$ und die Zahl seiner Lehrbogen $n = 8$, so ist der Druck des Gewölbes auf einen Lehrbogen nach Gleichung (30) .

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot gdr \left[\frac{\pi}{180}(a_1 - a) - \mu \cdot la \cdot \log\frac{\cos a}{\cos a_1}\right]$$

$$= 2 \cdot \frac{7{,}5}{7} \cdot 2800 \cdot 1{,}14 \cdot 30 \left[\frac{3{,}14}{180}(a_1 - a) - 0{,}4 \cdot 2{,}30 \cdot \log\frac{\cos a}{\cos a_1}\right]$$

$$= 204926 \left[0{,}017\,(a_1 - a) - 0{,}92 \cdot \log\frac{\cos\alpha}{\cos a_1}\right].$$

Für $a_1 = 30°$ und $a = 0$ ergiebt sich der volle Druck des Gewölbes auf einen Lehrbogen

$$D = 204926 \left(0{,}017 \cdot 30 - 0{,}92 \cdot \log\frac{1}{\cos 30°}\right) = 92832 \text{ K}^g$$

Bedient man sich der Näherungsgleichung (19*), so erhält man, da $s = 10 \cdot \frac{\pi r}{180} = \frac{3{,}14 \cdot 30}{18} = 5{,}23$ zu setzen ist,

$$D = \frac{B}{n-1} \cdot gs\,[\zeta_0 + 2(\zeta_1 + \zeta_2) + \zeta_3]$$

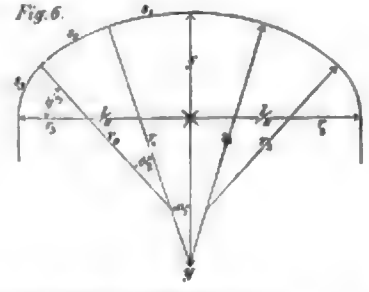
$$= \frac{7{,}5}{7} \cdot 2800 \cdot 5{,}23\,[1{,}14 + 2(1{,}06 + 0{,}97) + 0{,}88]$$

$$= 15639 \cdot 6{,}08 = 95085 \text{ K}^g.$$

γ) Druck der korbbogenförmigen Gewölbe auf ihre Lehrgerüste.

Werden für die einzelnen aufeinander folgenden Kreistheile des Korbbogens, s. Fig. 6, von dessen Scheitel nach dessen Anfang hin

Fig. 6.



die Längen der Bogenstücke mit $\alpha_1\ \alpha_2 \cdots \alpha_n$,
die zugehörigen Radien mit . . $r_1\ r_2 \cdots r_n$

bezeichnet, so ist die centrale Druckhöhe am Vereinigungspunkte des ersten und zweiten Bogenstücks

$$\zeta_1 = d\,(1 - \mu \operatorname{tg} a_1),$$

*) A. a. O. Sp. 431 ff.

des zweiten und dritten Bogenstücks

$$\zeta_2 = d\,(1 - \mu \operatorname{tg} \alpha_2),$$

des $(n-1)$ten und $n$ten Bogenstücks

$$\zeta_n = d\,(1 - \mu \operatorname{tg} \alpha_n),$$

während die innerhalb dieser Bogenstücke, also

$$\text{für } \alpha \begin{matrix} > 0 \\ < \alpha_1 \end{matrix}$$

$$\cdot\ \alpha \begin{matrix} > \alpha_1 \\ < \alpha_2 \end{matrix}$$

$$\cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot$$

$$\cdot\ \alpha \begin{matrix} \alpha_{n-1} \\ \alpha_n \end{matrix}$$

gelegenen centralen Druckhöhen in der erforderlichen Anzahl aus der allgemeinen Gleichung $\zeta = d\,(1 - \mu \operatorname{tg} \alpha)$ gefunden werden können. Der Punkt, worin der Druck auf das Lehrgerüst Null wird, befindet sich in demjenigen $m$ten Bogenstück, für welches

$$\zeta_m = d\,(1 - \mu \operatorname{tg} \alpha_m) = 0$$

also $\operatorname{tg} \alpha_m = \frac{1}{\mu}$ wird.

Bezeichnet B die Breite des Gewölbes,
n die Anzahl seiner Lehrbogen,

so beträgt der Druck des Gewölbes auf einen derselben im beliebigen $m$ten Bogenstück nach Gleichung (30)

$$D_m = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g d r_m \left[\frac{\pi}{180}(\alpha_m - \alpha_{m-1}) - \mu \cdot la \cdot \log \frac{\cos \alpha_{m-1}}{\cos \alpha_m}\right] \quad (39)$$

und der Gesammtdruck auf einen Lehrbogen

$$D = D_1 + D_2 + \cdots D_m + \cdots D_n \quad (40)$$

Annähernd läfst sich dieser Druck aus Gleichung (19) bestimmen. Sind die Bogenstücke hinlänglich klein, so genügt schon der Werth

$$D = \frac{B}{n-1} \cdot g[(\zeta_0 + \zeta_1)\alpha_1 + (\zeta_1 + \zeta_2)\alpha_2 + \cdots (\zeta_{n-1} + \zeta_n)\alpha_n] \quad (41)$$

Sind dagegen die einzelnen Bogenstücke so groſs, daſs eine Berücksichtigung zwischenliegender centraler Druckhöhen wünschenswerth erscheint, so lassen sich diese nach derselben Gleichung leicht einschalten.

Beispiel. Für das früher*) berechnete Korbbogengewölbe einer Strafsenbrücke betrugen

die Radien $r_1\ r_2\ r_3$ der aufeinander folgenden Bogenstücke bezw. $20{,}_{42}$; $12{,}_{99}$ und $5{,}_{56}$ m;

die zugehörigen aufeinander folgenden Centriwinkel $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3$ bezw. $23°\,18'$; $37°\,46'$ und $28°\,56'$;

das Gewicht der kubischen Einheit des Gewölbes $g = 2200$ K^g p. kb^m;

die Schlufssteinstärke $d = 0{,}_{19}$ m,

mithin ergiebt sich, wenn diese Werthe eingeführt werden und $\mu = 0{,}_4$ gesetzt wird,

$$\zeta = d\,(1 - \mu \operatorname{tg} \alpha) = 0{,}_{19}\,(1 - 0{,}_4 \cdot \operatorname{tg} \alpha)$$

und

$$k = g\zeta = 2200 \cdot \zeta$$

daher für

$\alpha =$	$0°$	$10°$	$20°$	$23°\,18'$	$30°$	$40°$	$50°$
$\zeta =$	$0{,}_{19}$	$0{,}_{183}$	$0{,}_{177}$	$0{,}_{175}$	$0{,}_{169}$	$0{,}_{160}$	$0{,}_{147}$
$k =$	1980	1834	1692	1641	1523	1316	1036

*) A. a. O. Sp. 435 ff.

$\alpha =$	$60°$	$61°\,04'$	$68°$
$\zeta =$	$0{,}_{128}$	$0{,}_{125}$	0 m
$k =$	609	545	0 K^g p. □^{m}.

Die hier berechneten centralen Druckhöhen stimmen mit den in Fig. 6, Taf. K construirten überein. Beträgt die Breite des Gewölbes $B = 8$ m und die Zahl seiner Lehrbogen $n = 9$, so ist der Druck des Gewölbes auf einen Lehrbogen nach Gleichung (39)

a) im ersten Bogenstück:

$$D_1 = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g d r_1 \left[\frac{\pi}{180}(\alpha_1 - \alpha) - \mu \cdot la \cdot \log \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_1}\right]$$

$$= 2 \cdot \frac{8}{8} \cdot 2200 \cdot 0{,}_{19} \cdot 20{,}_{42} \left[\frac{3{,}_{14}}{180}(23°\,18' - 0) - 0{,}_4 \cdot 2{,}_3 \cdot \log \frac{1}{\cos 23°\,18'}\right] = 30000 \text{ K}^g.$$

b) im zweiten Bogenstück:

$$D_2 = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g d r_2 \left[\frac{\pi}{180}(\alpha_2 - \alpha_1) - \mu \cdot la \cdot \log \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_2}\right]$$

$$= 2 \cdot \frac{8}{8} \cdot 2200 \cdot 0{,}_{19} \cdot 12{,}_{99} \left[\frac{3{,}_{14}}{180}(61°\,04' - 23°\,18') - 0{,}_4 \cdot 2{,}_3 \cdot \log \frac{\cos 23°\,18'}{\cos 61°\,02'}\right] = 17113 \text{ K}^g.$$

c) im dritten Bogenstück:

$$D_3 = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g d r_3 \left[\frac{\pi}{180}(\alpha_3 - \alpha_2) - \mu \cdot la \cdot \log \frac{\cos \alpha_2}{\cos \alpha_3}\right]$$

$$= 2 \cdot \frac{8}{8} \cdot 2200 \cdot 0{,}_{19} \cdot 5{,}_{56} \left[\frac{3{,}_{14}}{180}(68° - 61°\,04') - 0{,}_4 \cdot 2{,}_3 \cdot \log \frac{\cos 61°\,04'}{\cos 68°}\right] = 440 \text{ K}^g,$$

mithin der Gesammtdruck auf einen Lehrbogen nach Gleichung (40)

$$D = D_1 + D_2 + D_3 = 3000 + 17113 + 440 = 47553 \text{ K}^g.$$

Aus der Näherungsformel (41) ergiebt sich wegen $s_1 = s_2 = 10 \cdot \frac{\pi r_1}{180} = \frac{3{,}_{14} \cdot 20{,}_{14}}{180} = 3{,}_3$ und $s_3 = 3°\,18' \cdot \frac{\pi r_3}{180} = 3{,}_3 \cdot \frac{3{,}_{14} \cdot 20{,}_{14}}{180} = 1{,}_{16}$

$$D_1 = \frac{B}{(n-1)} \cdot g\,[(\zeta_0 + \zeta_1)s_1 + (\zeta_1 + \zeta_2)s_2 + (\zeta_2 + \zeta_3)s_3]$$

$$= \frac{8}{8} \cdot 2200\,[(0{,}_{19} + 0{,}_{183})3{,}_3 + (0{,}_{183} + 0{,}_{177})3{,}_3 + (0{,}_{177} + 0{,}_{175})1{,}_{16}] = 29524 \text{ K}^g,$$

ferner wegen $s_4 = 6{,}_{77} \cdot \frac{3{,}_{14} \cdot 12{,}_{99}}{180} = 1{,}_{92}$; $s_5 = s_6 = s_7 = 10 \cdot \frac{3{,}_{14} \cdot 12{,}_{99}}{180} = 2{,}_{26}$; $s_8 = 1{,}_{046} \cdot \frac{3{,}_{14} \cdot 12{,}_{99}}{180} = 0{,}_{24}$

$$D_2 = \frac{B}{n-1} \cdot g\,[(\zeta_3 + \zeta_4)s_4 + (\zeta_4 + \zeta_5)s_5 + \cdots (\zeta_7 + \zeta_8)s_8]$$

$$= \frac{8}{8} \cdot 2200\,[(0{,}_{175} + 0{,}_{169})1{,}_{92} + (0{,}_{169} + 0{,}_{160})2{,}_{26} + (0{,}_{160} + 0{,}_{147})2{,}_{26} + (0{,}_{147} + 0{,}_{128})2{,}_{26} + (0{,}_{26} + 0{,}_{125})0{,}_{24}]$$

$$= 2200\,[1{,}_{44} \cdot 1{,}_{92} + 2{,}_{26}(0{,}_{169} + 2 \cdot 0{,}_{160} + 2 \cdot 0{,}_{147} + 0{,}_{128}) + 0{,}_{62} \cdot 0{,}_{24}] = 20548 \text{ K}^g.$$

ferner wegen $s_9 = 6{,}_{934} \cdot \frac{3{,}_{14} \cdot 5{,}_{56}}{180} = 0{,}_{67}$

$$D_3 = \frac{B}{n-1} \cdot g(\zeta_8 + \zeta_9)s_9 = \frac{8}{8} \cdot 2200\,(0{,}_{125} + 0)0{,}_{67} = 358 \text{ K}^g,$$

Digitized by Google

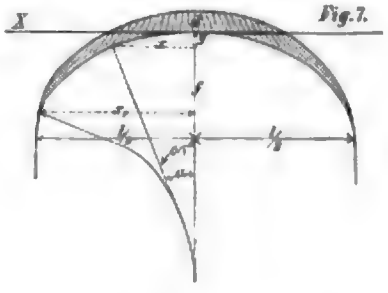
mithin der Gesammtdruck auf einen Lehrbogen annäherungsweise

$$D = D_1 + D_2 + D_3 = 29524 + 30548 + 358 = 50430\,\text{K}^{\text{g}}.$$

d) Druck der Brückengewölbe, welche die Ellipse zur Gewölbeform haben, auf ihre Lehrgerüste.

Bezeichnet l die Spannweite und f die Pfeilhöhe des elliptischen Gewölbes, s. Fig. 7, so ist deren Scheitelgleichung bekanntlich

Fig. 7.



$$f - y = \frac{f}{l'_2}\left((l'_2)^2 - x^2\right)^{1/2} \quad \ldots \quad (42)$$

woraus man durch zweimalige Differentiation

$$\frac{dy}{dx} = \frac{f}{l'_2} \cdot \frac{x}{\left((l'_2)^2 - x^2\right)^{1/2}} \quad \ldots \quad (43)$$

und beziehungsweise

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{f \cdot l'_2}{\left((l'_2)^2 - x^2\right)^{3/2}} \quad \ldots \quad (44)$$

erhält. Wird $\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg}\alpha$ gesetzt, so ergiebt sich aus Gleichung (43)

$$\sqrt{(l'_2)^2 - x^2} = \frac{l'_2 \cdot f}{\left(f^2 + (l'_2)^2 \operatorname{tg}\alpha^2\right)^{1/2}}$$

und wenn dieser Werth in Gleichung (44) eingeführt wird,

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{\left(f^2 + (l'_2)^2 \operatorname{tg}\alpha^2\right)^{3/2}}{f^2 \cdot (l'_2)^2} \quad \ldots \quad (45)$$

Führt man die Werthe von $\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg}\alpha$ und von $\frac{d^2y}{dx^2}$ aus Gleichung (45) in die allgemeine Gleichung des Krümmungshalbmessers

$$\varrho = \frac{\left(1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right)^{3/2}}{\frac{d^2y}{dx^2}}$$

ein und reducirt, so ergiebt sich der Krümmungshalbmesser der Ellipse

$$\varrho = \frac{f^2}{l'_2}\left(\frac{1 + \operatorname{tg}\alpha^2}{\left(\frac{2f}{l}\right)^2 + \operatorname{tg}\alpha^2}\right) \quad \ldots \quad (46)$$

worauf sich dieser für beliebige Winkel α berechnen und mit Hilfe beider die Ellipse construiren läfst.

Für ein elliptisches Gewölbe mit $l = 30^{\text{m}}$ Spannweite und $f = 10^{\text{m}}$ Pfeilhöhe ergiebt sich daher nach Gleichung (46)

$$\varrho = \frac{100}{15}\left(\frac{1 + \operatorname{tg}\alpha^2}{\frac{400}{900} + \operatorname{tg}\alpha^2}\right)^{3/2} - \frac{20}{3}\left(\frac{1 + \operatorname{tg}\alpha^2}{\frac{4}{9} + \operatorname{tg}\alpha^2}\right)^{3/2}$$

Für $\alpha = 0^0$ ist $\operatorname{tg}\alpha^2 = 0{,}000$, daher $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{1}{0{,}444 + 0{,}000}\right)^{3/2} = 22{,}50^{\text{m}}$

Für $\alpha = 5^0$ ist $\operatorname{tg}\alpha^2 = 0{,}008$, daher $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{1}{0{,}444 + 0{,}008}\right)^{3/2} = 22{,}119^{\text{m}}$

- $\alpha = 10^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 0{,}030$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{1}{0{,}444 + 0{,}030}\right)^{3/2} = 21{,}135^{\text{m}}$

- $\alpha = 15^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 0{,}070$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{1}{0{,}444 + 0{,}070}\right)^{3/2} = 20{,}021^{\text{m}}$

- $\alpha = 20^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 0{,}130$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{1{,}130}{0{,}444 + 0{,}130}\right)^{3/2} = 18{,}127^{\text{m}}$

- $\alpha = 25^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 0{,}219$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{1{,}219}{0{,}444 + 0{,}219}\right)^{3/2} = 16{,}161^{\text{m}}$

- $\alpha = 30^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 0{,}336$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{1{,}336}{0{,}444 + 0{,}336}\right)^{3/2} = 14{,}93^{\text{m}}$

- $\alpha = 35^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 0{,}490$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{1{,}490}{0{,}444 + 0{,}490}\right)^{3/2} = 13{,}42^{\text{m}}$

- $\alpha = 40^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 0{,}707$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{1{,}707}{0{,}444 + 0{,}707}\right)^{3/2} = 12{,}04^{\text{m}}$

- $\alpha = 45^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 1{,}000$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{2{,}000}{0{,}444 + 1{,}000}\right)^{3/2} = 10{,}86^{\text{m}}$

- $\alpha = 50^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 1{,}426$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{2{,}426}{0{,}444 + 1{,}426}\right)^{3/2} = 9{,}79^{\text{m}}$

- $\alpha = 55^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 2{,}057$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{3{,}057}{0{,}444 + 2{,}057}\right)^{3/2} = 8{,}99^{\text{m}}$

- $\alpha = 60^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 3{,}000$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{4{,}000}{0{,}444 + 3{,}000}\right)^{3/2} = 8{,}34^{\text{m}}$

- $\alpha = 65^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 4{,}601$, - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{5{,}601}{0{,}444 + 4{,}601}\right)^{3/2} = 7{,}79^{\text{m}}$

- $\alpha = 70^0$ - $\operatorname{tg}\alpha^2 = 7{,}546$ - - $\varrho = \frac{20}{3}\left(\frac{8{,}546}{0{,}444 + 7{,}546}\right)^{3/2} = 7{,}38^{\text{m}}$

woraus die Ellipse mit Hilfe der in Fig. 3, Taf. L construirten Winkel α und der Krümmungshalbmesser aufgetragen werden kann, wie dies auf Taf. L, Fig. 1 geschehen ist.

Für dieselben Winkel lassen sich die centralen Druckhöhen des elliptischen Gewölbes $\zeta = d\ (1 - \mu \operatorname{tg}\alpha)$ leicht berechnen und auftragen. Diese Druckhöhen werden Null in dem Punkte, für welchen

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{1}{\mu}$$

also

$$\alpha_1 = \operatorname{arc}\left(\operatorname{tg} = \frac{1}{\mu}\right)$$

Wird der Werth von ϱ aus Gleichung (46) in die allgemeine Gleichung (15) des Drucks der Gewölbe auf die Lehrgerüste eingeführt, so ergiebt sich der Druck des elliptischen Gewölbes auf einen Lehrbogen

Digitized by Google

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g \cdot d \cdot \frac{2f^2}{l} \int_{\alpha}^{\alpha_1} (1 - \mu \operatorname{tg}\alpha) \left(\frac{1 + \operatorname{tg}\alpha^2}{\frac{4f^2}{l^2} + \operatorname{tg}\alpha^2} \right)^{3/2} d\alpha \quad (47)$$

ein Werth, welcher sich einfacher aus der angenäherten Gleichung (19) entwickeln läfst.

Beispiel. Für das früher*) berechnete Ellipsengewölbe einer Eisenbahnbrücke mit

der Spannweite . . . $l = 30^m$,
der Pfeilhöhe . . . $f = 10^m$,
dem Gewölbegewicht . $g = 2500$ K^g p. kb^m,
der Schlufssteinstärke . $d = 0{,}94^m$

ergiebt sich, wenn diese Werthe eingeführt werden und nach dem Früheren $\mu = 0{,}4$ gesetzt wird,

$$\zeta = d\,(1 - \mu \operatorname{tg}\alpha) = 0{,}94\,(1 - 0{,}4 \operatorname{tg}\alpha)$$

und

$$k = g\zeta = 2500 \cdot \zeta,$$

mithin für

$\alpha =$	0^0	$7{,}5^0$	$17{,}5^0$	$27{,}5^0$	$37{,}5^0$	$47{,}5^0$
$\zeta =$	$0{,}94$	$0{,}89$	$0{,}82$	$0{,}74$	$0{,}65$	$0{,}53$
$k =$	2350	2225	2050	1850	1625	1325

$\alpha = 57{,}5^0$ $\quad 68^0$
$\zeta = 0{,}35$ $\quad 0{,}30^m$
$k = 875$ $\quad 0{,}90$ K^g p. $\square^m$.

Beträgt die Breite der Brücke $B = 7{,}5^m$ und die Anzahl der Lehrbogen $n = 8$, so ist der Druck des vollen Gewölbes auf einen Lehrbogen nach der Näherungsgleichung (19)

$$D = \frac{B}{n-1} \cdot g\left[\left(\frac{\zeta_0}{2} + \frac{\zeta_1}{2}\right)s_1 + \left(\frac{\zeta_1}{2} + \frac{\zeta_2}{2}\right)s_2 + \cdots \left(\frac{\zeta_{n-1}}{2} + \frac{\zeta_n}{2}\right)s_n\right]$$

Hierin ist nach Gleichung (21)

$$s_1 = \frac{\pi}{180}\,(22{,}5 \cdot 2{,}5 + 22{,}5 \cdot 5) = 2{,}73,$$

$$s_2 = \frac{\pi}{180}\,(21{,}25 + 20{,}01) \cdot 5 = 3{,}26,$$

$$s_3 = \frac{\pi}{180}\,(18{,}87 + 16{,}61) \cdot 5 = 2{,}66,$$

$$s_4 = \frac{\pi}{180}\,(14{,}93 + 13{,}41) \cdot 5 = 2{,}21,$$

$$s_5 = \frac{\pi}{180}\,(12{,}04 + 10{,}86) \cdot 5 = 1{,}87,$$

$$s_6 = \frac{\pi}{180}\,(9{,}79 + 8{,}29) \cdot 5 = 1{,}53$$

$$s_7 = \frac{\pi}{180}\,(8{,}24 \cdot 5 + 7{,}79 \cdot 5{,}5) = 1{,}38,$$

und wenn diese Werthe eingeführt werden, so ergiebt sich der Druck des vollen Gewölbes auf einen Lehrbogen

$$D = \frac{7{,}5}{7} \cdot 2500\,[1{,}23 \cdot 2{,}73 + 1{,}71 \cdot 3{,}26 + 1{,}56 \cdot 2{,}66 + 1{,}39 \cdot 2{,}21 + 1{,}18 \cdot 1{,}87 + 0{,}88 \cdot 1{,}53 + 0{,}35 \cdot 1{,}38] = 60107\text{ K}^g.$$

Wird, um die centralen Druckhöhen auf Coordinaten zu beziehen, statt $\operatorname{tg}\alpha$ der Werth der Tangente

$$\frac{dy}{dx} = \frac{2f}{l} \cdot \frac{x}{\sqrt{(l_2)^2 - x^2}}$$

in Gleichung (14) eingeführt, so erhält man

$$\zeta = d\left(1 - \mu \cdot \frac{2f}{l} \cdot \frac{x}{\sqrt{(l_2)^2 - x^2}}\right) \quad \cdots \quad (48)$$

Die Abscisse x_1 des Punktes, worin der Druck auf das Lehrgerüste Null wird, s. Fig. 7, ergiebt sich aus der Bedingung $\zeta = 0$ oder aus

$$\frac{dy}{dx_1} = \frac{2f}{l} \cdot \frac{x_1}{\sqrt{(l_2)^2 - x_1^2}} = \frac{1}{\mu},$$

woraus

$$x_1 = \frac{l_2}{\sqrt{1 + \left(\mu \cdot \frac{2f}{l}\right)^2}} \quad \cdots \quad (49)$$

mithin die zugehörige Ordinate

$$y_1 = f(l_2 - \sqrt{(l_2)^2 - x_1^2}) \quad \cdots \quad (50)$$

Der Druck auf einen Lehrbogen zwischen den Abscissen x_1 und x ist nach Gleichung (18)

$$D = 2 \cdot \frac{B}{n-1} \cdot gd \int_{x}^{x_1} \left(1 - \mu \cdot \frac{2f}{l} \cdot \frac{x}{\sqrt{(l_2)^2 - x^2}}\right) \cdot \sqrt{\left(1 + \left(\frac{2f}{l}\right)^2 \cdot \frac{x^2}{(l_2)^2 - x^2}\right)}\, dx \quad \cdots \quad (51)$$

welcher, wie das soeben an einem Beispiele gezeigt wurde, einfacher und mit hinreichender Genauigkeit aus der Näherungsgleichung (19) sich entwickeln läfst.

2. Druck der Brückengewölbe mit gegebener Belastung und hieraus abgeleiteter Gewölbeform oder der Klinoïdengewölbe auf ihre Lehrgerüste.

Der allgemeine Ausdruck für die Tangente der Klinoïdengewölbe ist

$$\frac{dy}{dx} = \pm a + \frac{y_0}{2\sqrt{h}}\left(e^{\sqrt{\frac{x}{h}}} - e^{-\sqrt{\frac{x}{h}}}\right) \mp \frac{a}{2}\left(e^{\sqrt{\frac{x}{h}}} + e^{-\sqrt{\frac{x}{h}}}\right)$$

daher erhält man, wenn derselbe in Gleichung (14) eingeführt wird,

$$\zeta = d\left(1 - \mu\left[\pm a + \frac{y_0}{2\sqrt{h}}\left(e^{\sqrt{\frac{x}{h}}} - e^{-\sqrt{\frac{x}{h}}}\right) \mp \frac{a}{2}\left(e^{\sqrt{\frac{x}{h}}} + e^{-\sqrt{\frac{x}{h}}}\right)\right]\right) \quad (52)$$

woraus sich die centrale Druckhöhe dieser Gewölbe ergiebt. Ist die innere Wölblinie dieser Gewölbe aus deren Krümmungshalbmesser $\varrho_1 = \varrho - \frac{d}{2}$, s. Fig. 8, worin

$$\varrho = \frac{h}{\cos\alpha^3 \sqrt{y_0^2 + h\,(\operatorname{tg}\alpha^2 \mp 2a \operatorname{tg}\alpha)}}$$

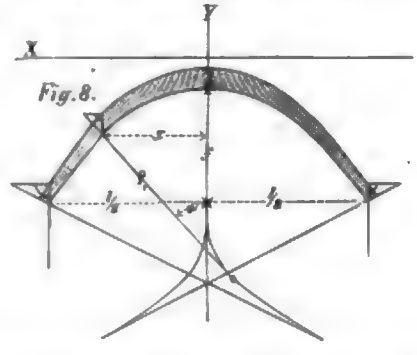


Fig. 8.

construirt, mithin die Winkel α angenommen, so erhält man die centrale Druckhöhe einfacher aus der centralen Druckhöhe

$$\zeta = d\,(1 - \mu \operatorname{tg}\alpha).$$

Für den Punkt, worin dieselbe Null wird, ist

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{1}{\mu}$$

woraus sich der zugehörige Winkel α_1 bestimmen läfst. Wird

*) A. a. O. Sp. 438 ff.

Digitized by Google

Theorie und Anordnung der Lehrgerüste gewölbter Brücken.

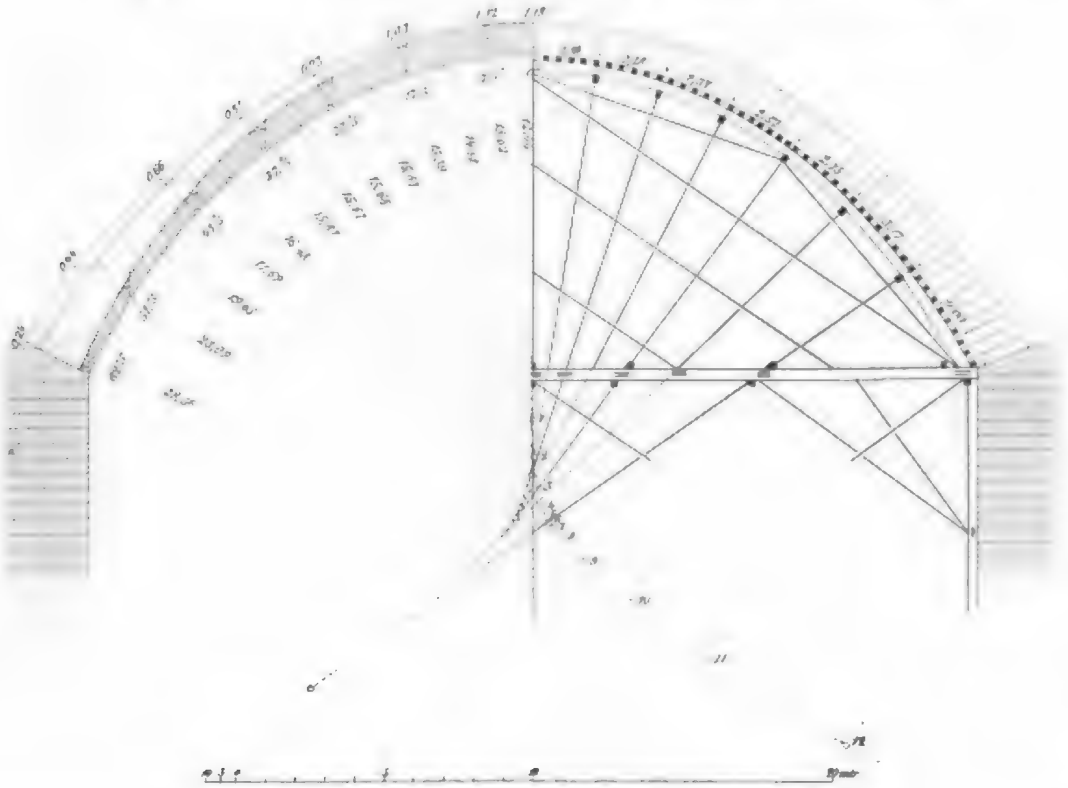
Lehrgerüste der Ellipsengewölbe.

Fig. 1. Druck der Ellipsengewölbe. Fig. 2. Anordnung ihrer Lehrgerüste

Fig. 3.

Lehrgerüste der Klinoïdengewölbe.

Fig. 4. Druck der Analdinoïdengewölbe. Fig. 5. Anordnung ihrer Lehrgerüste.



Digitized by Google

Digitized by Google

derselbe eingeführt, so ergiebt sich der zugehörige Krümmungshalbmesser

$$\varrho_1 = \frac{h}{\cos\alpha_1^3 \sqrt{y_0^2 + h\,(\operatorname{tg}\alpha_1^2 \mp 2a\,\operatorname{tg}\alpha_1)}} - \frac{d}{2} \quad (53)$$

welcher sich für Klinoidengewölbe mit gerader, horizontaler Abgleichung reducirt auf

$$\varrho_1 = \frac{h}{\cos\alpha_1^3 \sqrt{y_0^2 + h\,\operatorname{tg}\alpha_1^2}} - \frac{d}{2} \quad . \quad . \quad (54)$$

Sind die Krümmungshalbmesser bekannt, so ergeben sich mit Hilfe der allgemeinen Gleichung (21) die zugehörigen Bogenlängen, und wenn diese, sowie die zugehörigen arithmetischen Mittel aus den Belastungshöhen in die allgemeine Gleichung (19) eingeführt werden, der Druck des vollen Gewölbes auf einen Lehrbogen.

Beispiel. Für das früher*) berechnete Anaklinoidengewölbe einer Eisenbahnbrücke betrug

die Spannweite . . $l = 30^m$,
die Pfeilhöhe . . . $f = 10^m$,
das Gewölbegewicht . $g = 2500\,K^g$ p. kb^m,
die Schlufssteinstärke $d = 1{,}18^m$,

mithin ist p. $\square^m$, wenn diese Werthe eingeführt werden, für

$\alpha =$	0^0	$7{,}5^0$	$17{,}5^0$	$27{,}5^0$	$37{,}5^0$	$47{,}5^0$	$57{,}5^0$	$62{,}5^0$
$\zeta =$	$1{,}18$	$1{,}12$	$1{,}03$	$0{,}93$	$0{,}81$	$0{,}66$	$0{,}44$	$0{,}24^m$
$k =$	2950	2800	2575	2325	2025	1650	1100	600 K^g

Wird an den früher für Winkel von 5^0 zu 5^0 berechneten Krümmungshalbmessern der Widerstandslinie die halbe Schlufssteinstärke $\frac{d}{2} = 0{,}59^m$ in Abzug gebracht, so ergeben sich für dieselben Winkel die Krümmungshalbmesser ϱ_1 der inneren Wölblinie, nämlich für

$\alpha =$	0	5	10	15	20	25	30
$\varrho_1 =$	$12{,}44$	$13{,}62$	$14{,}68$	$15{,}39$	$15{,}67$	$15{,}68$	$15{,}67$
$\alpha =$	35	40	45	50	55	60	
$\varrho_1 =$	$15{,}87$	$16{,}48$	$17{,}69$	$19{,}65$	$23{,}09$	$28{,}56$	

welche sammt den centralen Druckhöhen in Fig. 4, Taf. I. vom Scheitel aus mit einem Anfangswinkel von $2{,}5^0$ und nachfolgenden Winkeln von je 5^0, also mit Winkeln von $2{,}5^0$; $7{,}5^0$; $12{,}5^0$; $17{,}5^0$ ... aufgetragen sind. Werden, der kürzeren Rechnung halber, immer je 2 der ihnen entsprechenden Bogenstücke zusammengefafst, so erhält man aus Gleichung (21) die auf einander folgenden Bogenlängen

$$s_1 = \frac{\pi}{180}\,(12{,}44 \cdot 2{,}5 + 13{,}62 \cdot 5) = 1{,}73^m,$$

$$s_2 = \frac{\pi}{180}\,(14{,}68 + 15{,}39)\,5 = 2{,}62^m,$$

$$s_3 = \frac{\pi}{180}\,(15{,}67 + 15{,}68)\,5 = 2{,}73^m,$$

$$s_4 = \frac{\pi}{180}\,(15{,}67 + 15{,}87)\,5 = 2{,}74^m,$$

$$s_5 = \frac{\pi}{180}\,(16{,}48 + 17{,}69)\,5 = 2{,}97^m,$$

$$s_6 = \frac{\pi}{180}\,(19{,}65 + 23{,}09)\,5 = 3{,}72^m,$$

$$s_7 = \frac{\pi}{180}\,(28{,}56 \cdot 6 \qquad\quad) = 2{,}98^m,$$

mithin wenn die Breite des Gewölbes $B = 7{,}5^m$ beträgt und eine Anzahl von $n = 8$ Lehrbogen angenommen wird, der Druck des vollen Gewölbes auf einen derselben nach Gleichung (19)

$$D = \frac{B}{n-1} \cdot g\,[(\zeta_0 + \zeta_1)s_1 + (\zeta_1 + \zeta_2)s_2 + \cdots (\zeta_6 + \zeta_7)s_7]$$

$$= \frac{7{,}5}{7} \cdot 2500[2{,}30 \cdot 1{,}73 + 2{,}15 \cdot 2{,}62 + 1{,}94 \cdot 2{,}73 + 1{,}74 \cdot 2{,}74 + 1{,}47 \cdot 2{,}97 + 1{,}10 \cdot 3{,}72 + 0{,}44 \cdot 2{,}98] = 78886\,K^g.$$

In analoger Weise würde die Berechnung des Drucks eines Aklinoidengewölbes auf einen seiner Lehrbogen zu führen sein.

III. Anordnung und statische Berechnung der Lehrgerüste für Brückengewölbe.

Aus der vorangeschickten Theorie ergeben sich folgende Regeln für die Anordnung der Lehrgerüste:

1. Aus Gleichung (14) folgt, dafs der obere, das Gewölbe direct unterstützende Theil des Lehrgerüstes, der Lehrbogen, sich nur bis zu dem Punkte zu erstrecken hat, für welchen $\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{0{,}4}$, für welchen also der Neigungswinkel der Lagerfuge zur Lothrechten 68^0 und zum Horizont 22^0 beträgt.

2. Da die Lagerfugen des Gewölbes normal zur inneren Wölblinie angeordnet werden, also der Druck der Gewölbsteine auf den Lehrbogen nur in der Richtung ihrer Krümmungshalbmesser stattfindet, so müssen die Stützen des Lehrbogens eine radiale Stellung erhalten.

3. Da nach Gleichung (14) der Druck der Gewölbsteine auf die Schaal- und Kranzhölzer des Lehrbogens von dem Anfangspunkte desselben bis zu dessen Scheitel zunimmt, so sind jene radialen Stützen, um sie und die zwischen ihnen befindlichen Kranzhölzer möglichst gleichmäfsig anzustrengen, also um dazu Hölzer von möglichst gleicher Stärke anwenden zu können, von dem Anfangspunkte nach dem Scheitel des Bogens hin in abnehmenden Entfernungen anzuordnen.

Diese Abnahme läfst sich unter der Voraussetzung bestimmen, dafs entweder

a) die Abstände jener Stützen im umgekehrten Verhältnifs zu ihren centralen Druckhöhen stehen oder

b) die Kranzhölzer bei gleicher Stärke gleiche Widerstandsmomente entwickeln.

a. Bestimmung der Abstände der radialen Lehrbogenstützen, wenn dieselben im umgekehrten Verhältnifs ihrer centralen Druckhöhen stehen.

Bezeichnen

$\lambda_1\ \lambda_2 \cdots \lambda_n$ die Abstände der radialen Stützen von dem Scheitel nach dem Anfangspunkte des Lehrbogens hin,

$$_1\zeta = \frac{\zeta_0 + \zeta_1}{2},\ _2\zeta = \frac{\zeta_1 + \zeta_2}{2} \cdots\ _n\zeta = \frac{\zeta_{n-1} + \zeta_n}{2}$$

die zu denselben gehörigen mittleren centralen Druckhöhen,

so ist unter obiger Voraussetzung zu setzen:

$$\lambda_1 : \lambda_2 : \cdots \lambda_m \cdots : \lambda_{n-1} : \lambda_n = {}_n\zeta : {}_{n-1}\zeta : \cdots {}_{n-m+1}\zeta : \cdots {}_1\zeta$$

Bezeichnet L die Länge der halben Peripherie des Lehrbogens von seinem Anfangspunkte bis zum Scheitel, so ist, wenn die Einheitslänge

*) A. a. O. Sp. 448 ff.

Digitized by Google

$$\frac{L}{{}_1\zeta^2 + {}_2\zeta^2 + \cdots {}_m\zeta^2} = \lambda \quad \ldots \quad (55)$$

gesetzt wird, die beliebige Entfernung der $m$ten und $(m-1)$-ten Stütze

$$\lambda_m = {}_{n-m}\zeta \cdot \lambda \quad \ldots \quad (56)$$

deren Summe

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \cdots \lambda_n = \lambda\,({}_n\zeta + {}_{n-1}\zeta + \cdots {}_1\zeta) = L \quad (57)$$

wie hieraus folgt, wieder die Länge des betrachteten Bogens ergiebt.

Sind nach dem Vorstehenden die Abstände $\lambda_1\ \lambda_2 \cdots \lambda_n$ gefunden, so ergeben sich die auf jene einzelnen Stützen eines Lehrbogens entfallenden Drucke der Gewölbsteine

$$D_1 = g \cdot \frac{B}{n-1} \cdot {}_1\zeta\lambda_1\,; \quad D_2 = g \cdot \frac{B}{n-1} \cdot {}_2\zeta\lambda_2 \cdots D_n = g \cdot \frac{B}{n-1} \cdot {}_n\zeta\lambda_n \quad \ldots \quad (58)$$

mithin der Gesammtdruck auf einen Lehrbogen

$$D = \lambda \cdot \frac{B}{n-1} \cdot g\,({}_1\zeta\lambda_1 + {}_2\zeta\lambda_2 + \cdots {}_n\zeta\lambda_n) \quad (59)$$

Beispiel. Wird das oben berechnete Halbkreisgewölbe zu Grunde gelegt, so erhält man annähernd

$${}_1\zeta = \frac{0{,}777 + 0{,}773}{2} = 0{,}775,$$

$${}_2\zeta = \frac{0{,}773 + 0{,}766}{2} = 0{,}769,$$

$${}_3\zeta = \frac{0{,}766 + 0{,}759}{2} = 0{,}763,$$

$${}_4\zeta = \frac{0{,}759 + 0{,}751}{2} = 0{,}755,$$

$${}_5\zeta = \frac{0{,}751 + 0{,}740}{2} = 0{,}746,$$

$${}_6\zeta = \frac{0{,}740 + 0{,}724}{2} = 0{,}732,$$

$${}_7\zeta = \frac{0{,}724 + 0{,}700}{2} = 0{,}712,$$

und hieraus

$${}_1\zeta^2 + {}_2\zeta^2 + \cdots {}_7\zeta^2 = 3{,}552.$$

Die Länge des halben Kreisbogens mit dem Radius $r = 15^m$ und dem Centriwinkel $2\alpha_1 = 2 \cdot 68^0 = 136^0$ beträgt

$$L = \pi r \cdot \frac{\alpha_1}{180} = 3{,}14 \cdot 15 \cdot \frac{68}{180} = 17{,}78^m,$$

mithin nach Gleichung (55)

$$\lambda = \frac{L}{{}_1\zeta^2 + {}_2\zeta^2 + \cdots {}_7\zeta^2} = \frac{17{,}78}{3{,}552} = 5{,}007^m$$

woraus nach Gleichung (56), indem man $n = 7$ und successive $m = 1,\ 2 \cdots 7$ setzt,

$$\lambda_1 = \lambda \cdot {}_7\zeta^2 = 5{,}007 \cdot 0{,}712 = 0{,}561^m,$$
$$\lambda_2 = \lambda \cdot {}_6\zeta^2 = 5{,}007 \cdot 0{,}732 = 1{,}162^m,$$
$$\quad = \lambda \cdot {}_5\zeta^2 = 5{,}007 \cdot 0{,}746 = 2{,}133^m,$$
$$\lambda_4 = \lambda \cdot {}_4\zeta^2 = 5{,}007 \cdot 0{,}755 = 2{,}161^m,$$
$$\lambda_5 = \lambda \cdot {}_3\zeta^2 = 5{,}007 \cdot 0{,}763 = 3{,}121^m,$$
$$\lambda_6 = \lambda \cdot {}_2\zeta^2 = 5{,}007 \cdot 0{,}769 = 3{,}851^m,$$
$$\lambda_7 = \lambda \cdot {}_1\zeta^2 = 5{,}007 \cdot 0{,}775 = 3{,}881^m,$$

woraus sich wieder

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \cdots \lambda_7 = 17{,}78^m$$

ergiebt. Mit Hilfe dieser Abstände läfst sich die Vertheilung der Stützen der Kranzhölzer anordnen.

Die Drucke auf diese Stützen betragen wegen

$$g \cdot \frac{B}{n-1} = 2500 \cdot \frac{7{,}15}{7} = 2675$$

$$D_1 = 2675 \cdot 0{,}775 \cdot 0{,}561 = 2675 \cdot 0{,}435 = 1231\ \mathrm{K^g},$$
$$D_2 = 2675 \cdot 0{,}769 \cdot 1{,}162 = 2675 \cdot 1{,}110 = 2942\ \text{-}$$
$$D_3 = 2675 \cdot 0{,}763 \cdot 2{,}133 = 2675 \cdot 1{,}477 = 3932\ \text{-}$$
$$D_4 = 2675 \cdot 0{,}755 \cdot 2{,}161 = 2675 \cdot 1{,}444 = 3852\ \text{-}$$
$$D_5 = 2675 \cdot 0{,}746 \cdot 3{,}121 = 2675 \cdot 1{,}477 = 3932\ \text{-}$$
$$D_6 = 2675 \cdot 0{,}732 \cdot 3{,}851 = 2675 \cdot 1{,}112 = 2996\ \text{-}$$
$$D_7 = 2675 \cdot 0{,}712 \cdot 3{,}881 = 3675 \cdot 0{,}396 = 1498\ \text{-}$$

woraus

$$D_1 + D_2 + D_7 \cdots \cdots \cdots = 20338\ \text{-}$$

mithin der Druck auf sämmtliche Stützen zu $2 \cdot 20383 = 40766$, also annähernd wie früher, gefunden wird.

b. Bestimmung der Abstände der radialen Lehrbogenstützen, wenn die Kranzhölzer bei gleicher Stärke gleiche Widerstandsmomente entwickeln sollen.

Da in diesem Falle die Kranzhölzer auch gleichen Angriffsmomenten ausgesetzt sein müssen, so besteht die Gleichung

$${}_1\zeta\lambda_1{}^2 = {}_2\zeta\lambda_2{}^2 = \cdots {}_m\zeta\lambda_m{}^2 = \cdots {}_n\zeta\lambda_n{}^2 \quad \ldots \quad (60)$$

woraus die Länge des $m$ten Kranzholzes

$$\lambda_m = \lambda_1 \sqrt{\frac{{}_1\zeta}{{}_m\zeta}} \quad \ldots \quad (61)$$

gefunden wird. Aus der Gleichung

$$L = \lambda_1 + \lambda_2 + \cdots \lambda_m + \cdots \lambda_n = \lambda_1 \sqrt{{}_1\zeta}\left(\frac{1}{\sqrt{{}_1\zeta}} + \frac{1}{\sqrt{{}_2\zeta}} + \cdots \frac{1}{\sqrt{{}_m\zeta}} + \cdots \frac{1}{\sqrt{{}_n\zeta}}\right)$$

ergiebt sich

$$\lambda_1 = \frac{L}{\sqrt{{}_1\zeta}\left(\frac{1}{\sqrt{{}_1\zeta}} + \frac{1}{\sqrt{{}_2\zeta}} + \cdots \frac{1}{\sqrt{{}_n\zeta}}\right)} \quad \ldots \quad (62)$$

und wenn dieser Werth in Gleichung (61) eingeführt wird,

$$\lambda_m = \frac{L}{\sqrt{{}_m\zeta}\left(\frac{1}{\sqrt{{}_1\zeta}} + \frac{1}{\sqrt{{}_2\zeta}} + \cdots \frac{1}{\sqrt{{}_n\zeta}}\right)} \quad \ldots \quad (63)$$

woraus folgt, dafs die Länge λ_m eines Kranzholzes der Wurzel aus seiner centralen Belastungshöhe umgekehrt proportional ist.

Setzt man successive $m = 1,\ \lambda \ldots n$ und führt für ${}_1\zeta, {}_2\zeta \ldots {}_n\zeta$ annäherungsweise die früheren Werthe ein, so ergeben sich die aufeinander folgenden Werthe von λ.

Erstes Beispiel. Für das früher berechnete Halbkreisgewölbe erhält man die Werthe

$$\sqrt{0{,}775} = 0{,}87\,; \ \sqrt{0{,}769} = 0{,}88\,; \ \sqrt{0{,}763} = 0{,}79\,; \ \sqrt{0{,}755} = 0{,}74\,; \ \sqrt{0{,}746} = 0{,}86\,; \ \sqrt{0{,}732} = 0{,}85\,; \ \sqrt{0{,}712} = 0{,}84\,;$$

und

$$\frac{1}{\sqrt{0{,}775}} = 1{,}16\,; \ \frac{1}{\sqrt{0{,}769}} = 1{,}20\,; \ \frac{1}{\sqrt{0{,}763}} = 1{,}26\,; \ \frac{1}{\sqrt{0{,}755}} = 1{,}25\,; \ \frac{1}{\sqrt{0{,}746}} = 1{,}47\,; \ \frac{1}{\sqrt{0{,}732}} = 1{,}76\,; \ \frac{1}{\sqrt{0{,}712}} = 2{,}89\,;$$

und deren Summe

$$1{,}16 + 1{,}20 + 1{,}26 + 1{,}25 + 1{,}47 + 1{,}76 + 2{,}89 = 11{,}09,$$

daher nach Gleichung (63)

$$\lambda_m = \frac{17{,}78}{11{,}09\sqrt{{}_m\zeta}} = \frac{1{,}603}{\sqrt{{}_m\zeta}}.$$

Hieraus erhält man durch Einführung der Zahlenwerthe für ${}_m\zeta$

$$\lambda_1 = 1{,}603 \cdot 1{,}16 = 1{,}87^m$$
$$\lambda_2 = 1{,}603 \cdot 1{,}20 = 1{,}94^m$$

Digitized by Google

$$\lambda_3 = 1{,}603 \cdot 1{,}326 = 2{,}04^{\,m}$$
$$\lambda_4 = 1{,}603 \cdot 1{,}335 = 2{,}17^{\,m}$$
$$\lambda_5 = 1{,}603 \cdot 1{,}147 = 2{,}36^{\,m}$$
$$\lambda_6 = 1{,}603 \cdot 1{,}176 = 2{,}80^{\,m}$$
$$\lambda_7 = 1{,}603 \cdot 2{,}69 = 4{,}58^{\,m}$$

woraus sich, wie es sein muſs,

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \cdots \lambda_7 = 17{,}78^{\,m}$$

ergiebt.

Werden diese Längen auf die Bogen aufgetragen, so lassen sich leicht diejenigen, ihnen entsprechenden mittleren Höhen ${}_1\zeta\ {}_2\zeta \cdots {}_n\zeta$ construiren, welche die oben gestellte Bedingung genauer erfüllen, als die hier nur näherungsweise zu Grunde gelegten, gleichen Bogenlängen entsprechenden Druckhöhen. Zieht man die Berechnung jener mittleren Höhen vor, so erhält man die der Bogenlänge

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \ldots . \lambda_{m-1} + \frac{\lambda_m}{2}$$

entsprechende Anzahl von Graden

$$\alpha_m = \frac{180}{\pi \cdot r}\left(\lambda_1 + \lambda_2 + \ldots . \lambda_{m-1} + \frac{\lambda_m}{2}\right) =$$
$$= 3{,}82\left(\lambda_1 + \lambda_2 + \ldots . \lambda_{m-1} + \frac{\lambda_m}{2}\right)$$

und wenn die Werthe für $\lambda_1\ \lambda_2 \ldots \lambda_m$ eingeführt werden,

$$\alpha_1 = 3{,}82\left(0{,}86 + \frac{1{,}89}{2}\right) = 3{,}82 \cdot 0{,}945 = 3°{,}61 = 3°37'$$
$$\alpha_2 = 3{,}82\left(1{,}89 + \frac{1{,}94}{2}\right) = 3{,}82 \cdot 2{,}860 = 10°{,}93 = 10°56'$$
$$\alpha_3 = 3{,}82\left(3{,}63 + \frac{2{,}04}{2}\right) = 3{,}82 \cdot 4{,}650 = 18°{,}83 = 18°32'$$
$$\alpha_4 = 3{,}82\left(5{,}67 + \frac{2{,}17}{2}\right) = 3{,}82 \cdot 6{,}960 = 26°{,}57 = 26°34'$$
$$\alpha_5 = 3{,}82\left(8{,}04 + \frac{2{,}36}{2}\right) = 3{,}82 \cdot 9{,}220 = 35°{,}22 = 35°13'$$
$$\alpha_6 = 3{,}82\left(10{,}40 + \frac{2{,}80}{2}\right) = 3{,}82 \cdot 11{,}800 = 45°{,}08 = 45°05'$$
$$\alpha_7 = 3{,}82\left(13{,}20 + \frac{4{,}58}{2}\right) = 3{,}82 \cdot 15{,}49 = 59°{,}17 = 59°10'$$

Werden diese Winkel in Gleichung (26) eingeführt und hieraus die Druckhöhen berechnet, so ergiebt sich für

$\alpha =$	$3°37'$	$10°56'$	$18°32'$	$26°34'$	$35°22'$	$45°05'$	$59°10'$
${}_m\zeta =$	$0{,}75$	$0{,}71$	$0{,}67$	$0{,}62$	$0{,}55$	$0{,}45$	$0{,}25$
$\frac{1}{\sqrt{{}_m\zeta}} =$	$1{,}15$	$1{,}19$	$1{,}22$	$1{,}28$	$1{,}35$	$1{,}49$	$2{,}00$

und hieraus durch Addition der in der letzten Reihe enthaltenen Werthe

$${}_1\zeta + {}_2\zeta + \cdots {}_n\zeta = 9{,}68.$$

Wird dieser Werth in Gleichung (63) eingeführt, so erhält man

$$\lambda_m = \frac{17{,}78}{9{,}68} \cdot \frac{1}{\sqrt{{}_m\zeta}} = \frac{1{,}837}{\sqrt{{}_m\zeta}}$$

mithin die genaueren Werthe:

$$\lambda_1 = 1{,}837 \cdot 1{,}15 = 2{,}11^{\,m}$$
$$\lambda_2 = 1{,}837 \cdot 1{,}19 = 2{,}18^{\,m}$$
$$\lambda_3 = 1{,}837 \cdot 1{,}22 = 2{,}24^{\,m}$$
$$\lambda_4 = 1{,}837 \cdot 1{,}28 = 2{,}35^{\,m}$$
$$\lambda_5 = 1{,}837 \cdot 1{,}35 = 2{,}48^{\,m}$$
$$\lambda_6 = 1{,}837 \cdot 1{,}49 = 2{,}74^{\,m}$$
$$\lambda_7 = 1{,}837 \cdot 2{,}00 = 3{,}68^{\,m}$$

nach welchen die in Fig. 2, Taf. K angegebene Construction entworfen ist und woraus sich wieder

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \cdots \lambda_7 = 17{,}78^{\,m}$$

ergiebt. Die in den Figuren 4 und 7, Taf. K und in den Figuren 2 und 5, Taf. L angegebenen Vertheilungen der Knotenpunkte des Lehrgerüstes wurden wie folgt erhalten.

Zweites Beispiel. Wird zunächst das früher berechnete Segmentbogengewölbe zu Grunde gelegt, so erhält man

$$L = \pi r \frac{\alpha}{180} = 3{,}14 \cdot 30 \cdot \frac{60}{180} = 15{,}7^{\,m},$$

ferner

$${}_1\zeta = \frac{1{,}14 + 1{,}06}{2} = 1{,}10, \text{ daher } \frac{1}{\sqrt{{}_1\zeta}} = 0{,}95$$
$${}_2\zeta = \frac{1{,}06 + 0{,}97}{2} = 1{,}01, \quad \text{-} \quad \frac{1}{\sqrt{{}_2\zeta}} = 0{,}99$$
$${}_3\zeta = \frac{0{,}97 + 0{,}88}{1} = 0{,}93, \quad \text{-} \quad \frac{1}{\sqrt{{}_3\zeta}} = 1{,}01$$

und durch Addition der letzteren Werthe

$$\frac{1}{\sqrt{{}_1\zeta}} + \frac{1}{\sqrt{{}_2\zeta}} + \frac{1}{\sqrt{{}_3\zeta}} = 2{,}95$$

Nach Gleichung (63) ist daher

$$\lambda_m = \frac{15{,}7}{2{,}95} \cdot \frac{1}{\sqrt{{}_m\zeta}} = 5{,}32\,\frac{1}{\sqrt{{}_m\zeta}}$$

mithin, wenn successive $m = 1, 2, 3$ gesetzt wird, die Entfernung

$$\lambda_1 = 5{,}32 \cdot 0{,}95 = 5{,}06^{\,m}$$
$$\lambda_2 = 5{,}32 \cdot 0{,}99 = 5{,}27^{\,m}$$
$$\lambda_3 = 5{,}32 \cdot 1{,}01 = 5{,}37^{\,m}$$

und deren Summe

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 15{,}70^{\,m}.$$

Die Zahl der Unterstützungspunkte ist in Fig. 4, Taf. K verdoppelt und die Entfernung der Stützpunkte nach einer jener ersteren ähnlichen Progression

$$\lambda_1 = 2{,}50 + 2{,}56 = 5{,}06^{\,m}$$
$$\lambda_2 = 2{,}60 + 2{,}67 = 5{,}27^{\,m}$$
$$\lambda_3 = 2{,}65 + 2{,}72 = 5{,}37^{\,m}$$

gesetzt worden.

Drittes Beispiel. Wird das früher berechnete Korbbogengewölbe zu Grunde gelegt und werden nur die drei mittleren Kreissegmente berücksichtigt, so erhält man

$$L = \frac{3{,}14}{180}(12{,}99 \cdot 37°46' + 20{,}42 \cdot 23°18')$$
$$- 8{,}61 + 8{,}33 = 16{,}94^{\,m},$$

ferner

$${}_1\zeta = \frac{0{,}90 + 0{,}88}{2} = 0{,}86, \text{ daher } \frac{1}{\sqrt{{}_1\zeta}} = 1{,}07,$$
$${}_2\zeta = \frac{0{,}83 + 0{,}77}{2} = 0{,}80, \quad \text{-} \quad \frac{1}{\sqrt{{}_2\zeta}} = 1{,}12,$$
$${}_3\zeta = \frac{0{,}77 + 0{,}69}{2} = 0{,}73, \quad \text{-} \quad \frac{1}{\sqrt{{}_3\zeta}} = 1{,}17,$$
$${}_4\zeta = \frac{0{,}69 + 0{,}59}{2} = 0{,}64, \quad \text{-} \quad \frac{1}{\sqrt{{}_4\zeta}} = 1{,}25,$$
$${}_5\zeta = \frac{0{,}60 + 0{,}47}{2} = 0{,}53, \quad \text{-} \quad \frac{1}{\sqrt{{}_5\zeta}} = 1{,}37,$$
$${}_6\zeta = \frac{0{,}47 + 0{,}28}{2} = 0{,}37, \quad \text{-} \quad \frac{2}{\sqrt{{}_6\zeta}} = 1{,}64,$$

Digitized by Google

und durch Addition der letzteren Gröfsen

$$\frac{1}{\sqrt{1\overset{\circ}{2}}} + \cdots \frac{1}{\sqrt{6\overset{\circ}{7}}} = 7{,}62.$$

Nach Gleichung (63) erhält man nun

$$\lambda_m = \frac{16{,}94}{7{,}62} \cdot \frac{1}{\sqrt{m}} = 2{,}22 \cdot \frac{1}{\sqrt{m\overset{\circ}{7}}}$$

mithin, wenn die Werthe von $\frac{1}{\sqrt{m\overset{\circ}{7}}}$ nach und nach eingesetzt werden,

$$\begin{aligned}
\lambda_1 &= 2{,}22 \cdot 1{,}07 = 2{,}38^{\,m}\\
\lambda_2 &= 2{,}22 \cdot 1{,}12 = 2{,}50^{\,m}\\
\lambda_3 &= 2{,}22 \cdot 1{,}17 = 2{,}60^{\,m}\\
\lambda_4 &= 2{,}22 \cdot 1{,}25 = 2{,}78^{\,m}\\
\lambda_5 &= 2{,}22 \cdot 1{,}37 = 3{,}04^{\,m}\\
\lambda_6 &= 2{,}22 \cdot 1{,}64 = 3{,}64^{\,m},
\end{aligned}$$

woraus durch Addition $\lambda_1 + \lambda_2 + \cdots \lambda_6 = 16{,}94$ erhalten wird. Die vorstehenden Näherungswerthe von λ sind der Construction des Lehrgerüstes in Fig. 7, Taf. K zu Grunde gelegt worden. Werden die den vorstehenden Werthen entsprechenden mittleren centralen Druckhöhen in der früher angegebenen Weise exacter bestimmt und dieser Berechnung zu Grunde gelegt, so lassen sich die Entfernungen der Stützpunkte noch genauer finden. Dieselbe Eintheilung kann annähernd auch für das elliptische Gewölbe von derselben Spannweite und Pfeilhöhe benutzt werden.

Viertes Beispiel. Legt man das früher berechnete Aklinoidengewölbe zu Grunde, so beträgt annähernd $L = 19{,}26$. Ferner erhält man

$$1\overset{\circ}{2} = 1{,}15;\quad 2\overset{\circ}{2} = 1{,}07;\quad 3\overset{\circ}{2} = 0{,}98;\quad 4\overset{\circ}{2} = 0{,}87;\quad 5\overset{\circ}{2} = 0{,}73$$
$$6\overset{\circ}{2} = 0{,}55;\quad 7\overset{\circ}{2} = 0{,}34;$$

und hieraus

$$\frac{1}{\sqrt{1\overset{\circ}{2}}} + \frac{1}{\sqrt{2\overset{\circ}{2}}} + \cdots \frac{1}{\sqrt{7\overset{\circ}{2}}} = 0{,}93 + 0{,}97 + 1{,}01 + 1{,}07 + 1{,}17 + 1{,}35 + 1{,}70 = 8{,}21,$$

daher

$$\lambda_m = \frac{19{,}26}{8{,}21} \cdot \frac{1}{\sqrt{m\overset{\circ}{2}}} = 3{,}35 \cdot \frac{1}{\sqrt{m\overset{\circ}{2}}}$$

und hieraus

$$\begin{aligned}
\lambda_1 &= 2{,}35 \cdot 0{,}93 = 2{,}19^{\,m}\\
\lambda_2 &= 2{,}35 \cdot 0{,}97 = 2{,}28^{\,m}\\
\lambda_3 &= 2{,}35 \cdot 1{,}01 = 2{,}37^{\,m}\\
\lambda_4 &= 2{,}35 \cdot 1{,}07 = 2{,}52^{\,m}\\
\lambda_5 &= 2{,}35 \cdot 1{,}17 = 2{,}75^{\,m}\\
\lambda_6 &= 2{,}35 \cdot 1{,}35 = 3{,}17^{\,m}\\
\lambda_7 &= 2{,}35 \cdot 1{,}70 = 4{,}00^{\,m},
\end{aligned}$$

woraus sich wieder ergiebt

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \cdots \lambda_7 = 19{,}26^{\,m}.$$

Die vorstehenden, angenäherten Abstände, welche sich auf die früher angegebene Methode, wenn nöthig, noch genauer finden lassen, sind der auf Taf. L, Fig. 5 dargestellten Anordnung des Lehrgerüstes zu Grunde gelegt worden.

4. Um die Ausrüstung möglichst zu erleichtern, ist es vortheilhaft, die zu derselben dienenden beweglichen Vorrichtungen, wie Keile, Schraubensätze, Sandsäcke oder excentrische Scheiben unmittelbar oder möglichst nahe unter dem Lehrbogen und, um den Druck des Lehrbogens möglichst direct, also mit Vermeidung von Biegungsspannungen in den Gurthölzern zu übertragen, diese letzteren unmittelbar unter den Füfsen der ungleichförmig vertheilten, radialen Streben anzubringen.

5. Bei Herstellung des Untergerüstes sind die erwähnten Ausrüstungsvorrichtungen aus dem soeben angegebenen Grunde direct zu unterstützen. Ist das Untergerüste

a) ein gestütztes, so sind die lothrechten Pfosten desselben möglichst direct unter jene Vorrichtungen zu stellen, weshalb sie nach der Mitte hin näher aneinander zu stellen sind; ist das Untergerüste

b) ein gesprengtes, so sind die Köpfe der Streben ebenfalls möglichst direct unter jenen Vorrichtungen anzubringen, wodurch dieselben nach der Mitte der Oeffnung hin gleichfalls näher aneinander rücken.

Nach vorstehenden Grundsätzen sind die Taf. K, Fig. 2, 4 und 7, sowie Taf. L, Fig. 2 und 5 dargestellten Schemata verschiedener Lehrgerüste angeordnet worden.

Aachen, im October 1873.

F. Heinzerling.

Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

Das Empfangsgebäude der Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahn zu Breslau.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 57 bis 62 im Atlas und auf Blatt P im Text.)

Das Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahn-Unternehmen bestand bis zum Jahre 1868 aus den sich in Königszelt kreuzenden Bahnstrecken Breslau-Altwasser-Waldenburg und Frankenstein-Liegnitz. Eine Erweiterung desselben erfolgte durch den 1870 vollendeten Ausbau der Strecke Liegnitz-Raudten-Glogau-Grünberg-Rothenburg, und die in diesem Jahre in Betrieb gesetzten Strecken Rothenburg-Reppen und Breslau-Raudten.

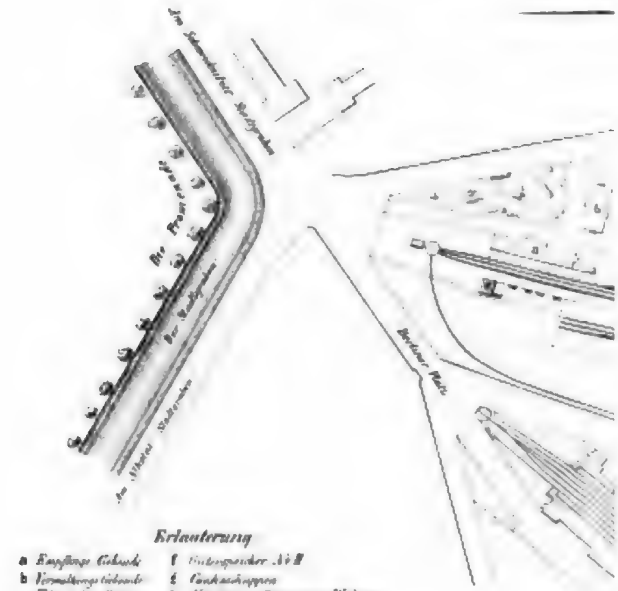
Diese Erweiterungen werden im Jahre 1876 ihren vorläufigen Abschlufs finden durch die in der Ausführung begriffene Linie Reppen-Cüstrin-Stettin-Swinemünde und Freiburg-Salzbrunn-Friedland-Böhmische Grenze.

Der Bahnhof Breslau, welcher der Ausgangspunkt sowohl für die alte Stammbahn Breslau-Schweidnitz Freiburg, als auch für die neue Hauptlinie Breslau-Stettin-Swinemünde bildet, genügte diesem Zwecke, wie ein Blick auf den Situationsplan (Bl. P) vom Jahre 1866 zeigt, in keiner Weise. Die Anlagen für den Personen- und Güterverkehr, die zumeist noch aus dem Jahre 1843 stammten, entsprachen durchaus nicht den Anforderungen der Gegenwart, und der eiserne Gürtel der Verbindungsbahn, welcher die sämmtlichen Bahnhofsgeleise im Niveau kreuzte, verhinderte jede Längenausdehnung des Bahnhofes. — Es war ein günstiger Umstand, dafs der Bau der neuen Verbindungsbahn, welche, in weitem

Digitized by Google

Digitized by Google

Situ
von Bahnh
der Breslau - Schweidnit
Zustand 1



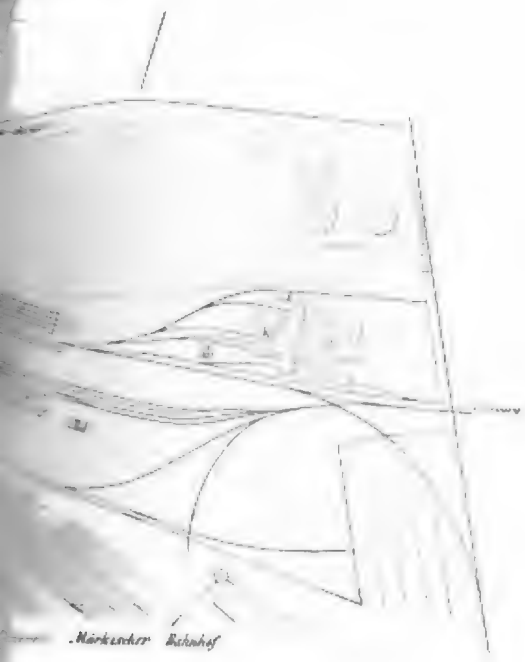
Erläuterung

a Empfangs Gebäude
b Verwaltungsgebäude
c Telegraphen Bureau
d. Wagenschuppen
e Güterspeicher N I
f Güterspeicher N II
g Cankaschuppen
h Maschinen Reparatur Werkstatt
i Werkstatt für Wagen Reparatur
k Locomotiv-Schuppen
l Verkaufs Comptoir für Kohlen

Situ
von Bahnh
der Breslau Schweidnit

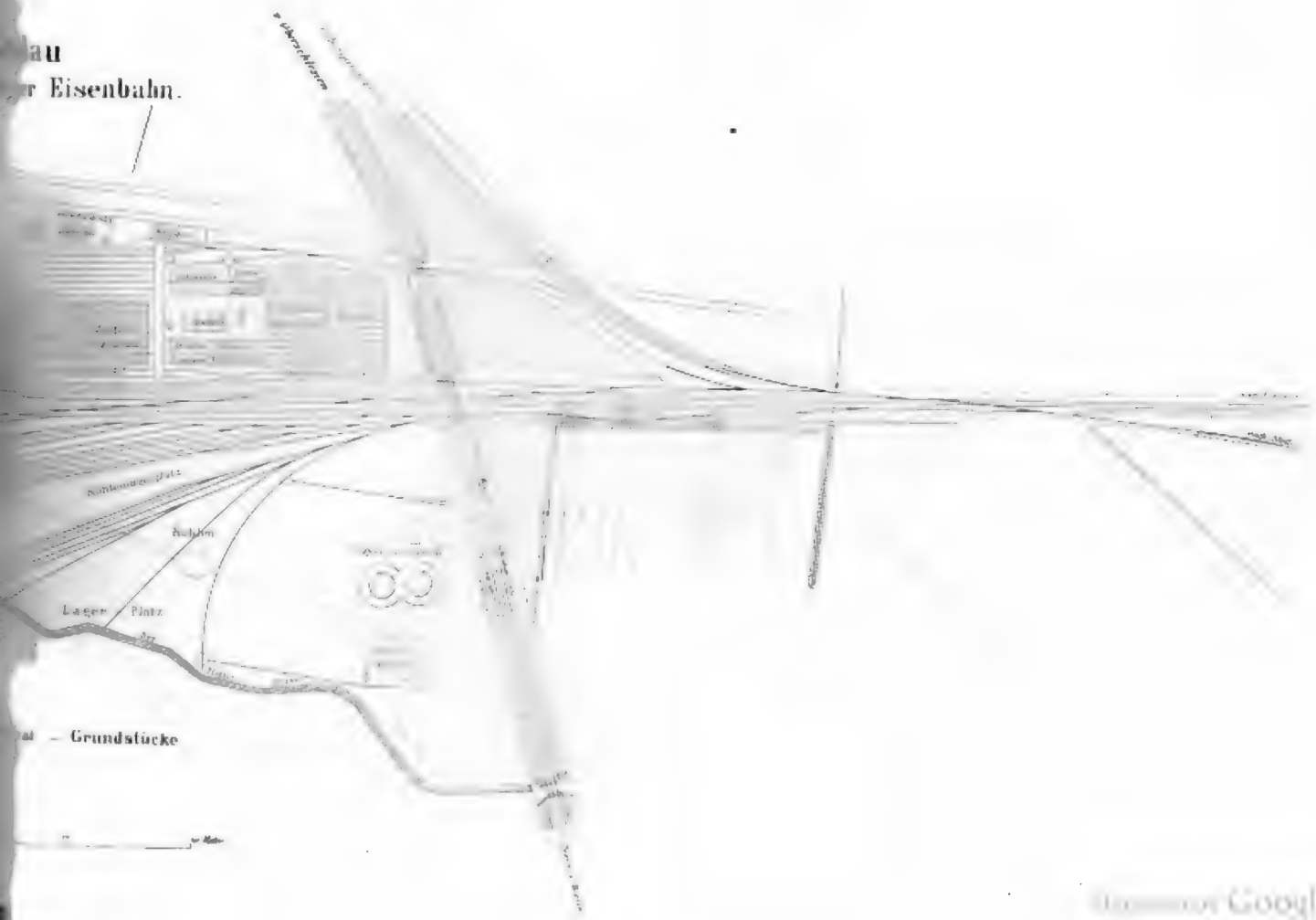
Digitized by Google

Eisenbahn



Märkischer Bahnhof

lau
r Eisenbahn.



al — Grundstücke

Digitized by Google

Digitized by Google

Bogen und in hoher Planumslage die Stadt umkreisend, eine Verlängerung der Bahnhofsgeleise um das Anderthalbfache ihrer ursprünglichen Ausdehnung zuliefs, in den Jahren 1869 bis 1871 erfolgte, also gleichzeitig mit der Ausführung des eine Beseitigung aller vorerwähnten Uebelstände anstrebenden Projectes für den Bahnhofs-Umbau, der nunmehr soweit vorgeschritten ist, dafs er in diesem Jahre beendet werden wird. Den interessantesten Theil dieses auf Blatt P dargestellten Umbauprojectes für Bahnhof Breslau bildet der Neubau des Empfangsgebäudes.

Zwar schliefst sich, wie aus dem beigefügten Grundrifs auf Blatt 57 hervorgeht, die Vertheilung und Gruppirung der inneren Räumlichkeiten sowohl auf der Abgangs- wie auf der Ankunftsseite im Wesentlichen den bewährten Mustern der Berliner Kopfstationen an, so dafs sich eine nähere Beschreibung dieser Bautheile mit Rücksicht auf die in grofsem Maafsstabe mitgetheilten Zeichnungen erübrigt. Dagegen bietet die Ausbildung des Verbindungs-Kopfbaues sowie der Halle zwischen der Abgangs- und der Ankunftsseite verschiedene neue Gesichtspunkte, welche eine eingehendere Erörterung verdienen dürften.

Für die Neugestaltung des Empfangsgebäudes nämlich kam neben der Einführung der Stettiner Linie, welche durch die inzwischen erfolgte Concessionirung der Abkürzungsstrecke Breslau-Raudten eine erhöhte Bedeutung erhielt, ein bereits früher vorhandenes, bei der ersten Anlage aber nicht hinreichend berücksichtigtes Moment in Betracht. Begünstigt durch die örtlichen Verhältnisse, einerseits durch die vorgeschobene Lage des Empfangsgebäudes zu einer stark bevölkerten und leichtlebigen Stadt, von deren Mittelpunkt der Kopfbau nur 900^{m} abliegt, andererseits durch die Nähe des Gebirges, dessen schönste Partieen in zwei- bis dreistündiger Eisenbahnfahrt zu erreichen sind, erfreut sich die Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahn auf der Strecke Breslau-Altwasser eines lebhaften Personenverkehrs, der, nach Jahreszeit und Witterung schwankend, bei den Extrazügen an den Sonn- und Festtagen im Sommer seinen Höhepunkt erreicht. An solchen Tagen strömen bei gutem Wetter zuweilen Tausende von Menschen Morgens hinaus nach den Bergen, um Abends wieder heimzukehren.

Dieser periodisch wiederkehrende, an einzelnen Tagen übermäfsig gesteigerte Personenverkehr machte eine Trennung des Extrazugverkehrs von dem übrigen nothwendig, was sich durch Anlage eines Mittelperrons in Verbindung mit einem Wartesaal vor Kopf des Gebäudes am zweckmäfsigsten erreichen liefs, indem auf diese Weise sowohl das abgehende wie das ankommende Publikum auf dem kürzesten Wege und ohne den übrigen Betrieb zu belästigen, zu- resp. abgeführt werden konnte. Die abreisenden Extrazügler treten direct vom Vorplatze durch Vermittelung der Vorhalle in den Wartesaal, in welchem sie zur Rechten an drei Billetschaltern der durch Oberlicht erhellten Billetexpedition Fahrbillets lösen können. Gepäck führen die Extrazügler nicht, weshalb sich die Anlage einer Gepäckannahme erübrigt. Der Mittelperron, auf 180 Meter Länge überdacht, auf weitere 240 Meter Länge offen, gewährt bei einer Längenausdehnung von 420 Metern Platz zur Aufstellung von ca. 105 Personenwagen-Achsen, so dafs er bei einer Breite von 10,$_{25}$ Metern auch gesteigerten Verkehrsanforderungen um so eher genügt, als die Passagiere stets nur eine Seite des Perrons benutzen.

Aufserdem ist in Aussicht genommen, den Mittelperron nebst Kopfbau für die Ankunft der Stettiner Züge, welche rechts vom Mittelperron anfahren, mit zu benutzen. Für diesen Fall bildet der Kopfbau das grofse Ausgangsvestibül, in welchem die durch ein leichtes Gitter abgetrennte Gepäckexpedition liegt und ein Raum für die Steuerbehörde vorgesehen ist.

Dieser aus den praktischen Bedürfnissen des Betriebes heraus entwickelte Grundrifs gab das Motiv zur architektonischen Ausbildung der weithin sichtbaren und dem zum Bahnhofe eilenden Publikum zuerst in die Augen fallenden Kopffaçade. — Der gegen den laubgeschmückten Vorplatz mit breiter Freitreppe und mächtigem Eingangsportale sich öffnende Mittelbau, gekrönt von einer mit den Gestalten der Pommerania und Silesia, welche Provinzen die Bahn zu verbinden bestimmt ist, ornamentirten Uhr, flankirt durch die von ionischen Sandsteinsäulen getragene halbrunde Halle, von welcher aus die ankommenden Reisenden die Droschken besteigen, dürfte wohl geeignet erscheinen, die gesammte Bauanlage als ein Eisenbahn-Empfangsgebäude zu charakterisiren.

Weicht schon die Gestaltung des Kopfbaues von den bisherigen Lösungen ab, so ist dies in noch höherem Grade mit der Ueberdachung des zwischen Ab- und Anfahrtsseite und der Verbindungshalle liegenden Raumes der Fall. Während ausnahmslos die gröfseren Endstationen diesen Raum mit einem grofsen eisernen Hallendache überdecken, ist hier von dieser Art der Dachconstruction Abstand genommen, vielmehr sind die beiden Seitenperrons mit Pultdächern, der Mittelperron mit einem Satteldache überdeckt.

Es ist nicht in Abrede zu stellen, dafs die grofsen Hallendächer einen vollständigeren Schutz gegen die Unbilden der Witterung, namentlich gegen Regen und Schnee, gewähren. Damit möchten aber auch die Vorzüge dieser Hallendächer gegenüber der gewählten Constructionsweise erschöpft sein. Denn dieser sind gerade die Vorzüge eigen, welche als Mängel der Hallendächer vielfach empfunden werden, nämlich der Vorzug ungehinderten Zutritts von Luft und Licht und der Ungebundenheit in der architektonischen Ausbildung nicht nur der Kopf-, sondern auch der Seitenfaçaden. Trotz aller künstlichen Vorrichtungen zur Erzielung einer guten Ventilation sind die Hallen doch durchweg mit schlechter, durch Rauch und Staubtheile geschwängerter Luft angefüllt, indefs bei vorliegender Lösung die Luft überall hin frei gelangen kann und um so reiner bleibt, als die Schornsteine der Maschinen nicht unter das Dach reichen.

Es ist ferner ein grofser Uebelstand, dafs es nur mit Mühe gelingt, der Halle selbst die erforderliche Beleuchtung zu geben, und dafs die an die Halle stofsenden Räume der An- und Abfahrtsseiten, so wie des Kopfbaues in allen Etagen nur secundäres Licht erhalten. Bei der Anwendung niedriger Dächer ist es dagegen angänglich, schon den im Parterregeschofs gelegenen höheren Räumen, namentlich also allen Wartesälen, sowie sämmtlichen in den oberen Stockwerken vorgesehenen Räumlichkeiten von beiden Seiten her directes Licht zu geben, wodurch die ganze Anlage nicht nur einen erheblich freundlicheren Eindruck macht, sondern auch viel vortheilhafter ausgenutzt werden kann. Diesen wesentlichen Vorzügen gegenüber fällt der Nachtheil der Säulen um so weniger ins Gewicht, als man durch entspre-

Digitized by Google

chend grofse Axentheilung und richtige Wahl des Abstandes von der Perronkante die mit der Säulenstellung wohl verbundene Beeinträchtigung der freien Bewegung des Publikums sehr herabzumindern im Stande ist. Jedenfalls sind die Säulen hier nicht mehr störend, als bei den überdachten Perrons der grofsen Trennungsstationen, wo zeitweise eine noch gröfsere Concentration von Reisenden stattfindet. Von nicht zu unterschätzender Bedeutung aber für die Vergleichung ist endlich der Kostenpunkt. Die Kosten für die in den Jahren 1871 bis 1874, also in den Jahren der theueren Eisenpreise hergestellten Perrondächer auf Bahnhof Breslau haben betragen:

Mittelperron pro □^{m} . . .	14 Thlr. 3 Sgr.
Seitenperrons - - . . .	8 - 9 -
in medio . .	12 Thlr. 1½ Sgr.

Nach den in dieser Zeitschrift, Jahrgang XX (1870) pag. 166 mitgetheilten Notizen hat das Hallendach des Niederschlesisch-Märkischen Bahnhofes bei den verhältnifsmäfsig billigen Eisenpreisen des Jahres 1868 gekostet

pro □^{m} . . 12 Thlr. 25 Sgr.;

bei den um rot. 30 % gestiegenen Eisenpreisen der Jahre 1871 bis 1874 würden diese Kosten jedoch mindestens gegen 16 Thlr. pro □^{m} betragen haben, so dafs allein im Eisenwerke die Kosten sich etwa wie 3 : 4 verhalten würden.

Das Verhältnifs stellt sich jedoch wesentlich anders, wenn man erwägt, welche Mauermassen zu verstärken, zu erhöhen und neu aufzuführen gewesen wären, um für das Empfangsgebäude der Freiburger Bahn ein Hallendach überhaupt zu ermöglichen.

Die drei niedrigen Perronhallen haben zusammen einen Kostenaufwand von 47200 Thlr. verursacht. Wäre der ganze Raum von 136^m Länge der Abfahrtsseite und 42,$_5$^{m} Breite mit einem Hallendache überdeckt worden, so wären, unter Zugrundelegung des Einheitspreises von 16 Thlr. pro □^{m} 5780 · 16 oder rot. 92480 Thlr. Kosten für das Eisenwerk der Halle entstanden; hierzu treten die Kosten für Verstärkungen, Erhöhungen und Maueraufführungen der Mauern bis zu einer Höhe von 13^m über Perronkante, welche nach einer überschläglichen Berechnung ungefähr 45000 Thlr. betragen, so dafs die Gesammtkosten für das Hallendach sich auf wenigstens 92480 + 45000 = 137480 Thlr. belaufen haben würden. Die Kosten der niedrigen Perrondächer zum Hallendache verhalten sich somit wie 47200 : 137480 oder nahezu wie 1 : 3.

Dies Resultat dürfte für ähnliche Anlagen von entscheidendem Einflusse sein, da schliefslich als einziger Vortheil des Hallendaches die Gewinnung eines Wagenschuppens übrig bleibt, den man, falls ein solcher überhaupt Bedürfnifs ist, für den fünften Theil der Kosten eben so gut herstellen kann.

Sämmtliche Projecte sind unter der Leitung des Regierungs- und Bauraths Vogt, technischen Mitgliedes des Directoriums der Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahn, entworfen und ausgeführt. Das Project für den Umbau des Gesammtbahnhofes Breslau hat der Baumeister Wernich, das für das Empfangsgebäude der Baumeister Hasenjäger, unter Benutzung der architektonischen Entwürfe der Baumeister Kyllmann und Heyden, aufgestellt. Die auf Blatt 62 im Detail dargestellten Sculpturen des Kopfbaues sind von dem Baurath Lüdecke entworfen und von dem Bildhauer Rachner ausgeführt.

Die specielle Leitung der Ausführung der Abfahrtsseite war dem Baumeister Hasenjäger, des Kopfbaues sowie der Ankunftsseite dem Architekten Baller übertragen worden.

Anderweitige Mittheilungen.

Die Stromverhältnisse der Elbe bei Torgau in den Jahren 1820 bis 1850.

(Mit Zeichnungen auf Blatt M im Text.)

In dem Archiv der Königlichen Regierung zu Merseburg sind die Messungen der Elbe in den Jahren 1820 bis 1823 von dem Bauconducteur Michaelis aufbewahrt, ohne dafs bisher die mühsamen und sorgfältig ermittelten Resultate der Profil- und Geschwindigkeits-Aufnahmen einer weiteren Bearbeitung unterzogen worden wären. Wie eine leichte Uebersicht ergiebt, haben die Resultate nicht blos einen historischen, sondern in Bezug auf die Umgestaltung der Flufsbetten im Laufe der Jahre einen hohen meteorologischen Werth, und dieserhalb schien es mir wohl der Mühe werth, sie einer Untersuchung zu unterwerfen.

Mit Bezug auf die von mir in der Hannöverschen Zeitschrift des Ingenieur- und Architekten-Vereins (1870) entwickelte Darstellung der durchschnittlichen Profile, der Wassermengen- und Geschwindigkeits-Curven in einer Flufsstrecke erschien es mir von Werth, namentlich die Stromverhältnisse bei Torgau ins Auge zu fassen, da dieser Elbtheil so ziemlich in der Mitte des Regierungsbezirks liegt und somit für die abliegenden Elbtheile einen gewissen Anhalt gewährt. Es ist daher im Folgenden die Elbestrecke unterhalb Torgau von Profil 194 bis 299 der damaligen Messungen vornämlich in Betracht gezogen worden. Selbstverständlich konnte von dem maafsgebenden, rheinländischen Maafse nicht abgegangen werden.

Es waren 54 Profile auf der Strecke von Torgau bis unterhalb Dommitzsch gemessen auf 6545 Ruthen, also durchschnittlich in 121,$_2$ Ruthen Entfernung. Von diesen mufsten für die Wassermengen-Berechnung drei ausscheiden, da hier gröfsere Flächen vorkamen, deren Geschwindigkeit wegen der gröfsten Tiefe oder aus sonst einem Grunde nicht bestimmt werden konnte.

Die Geschwindigkeiten waren in jedem Profil von 2 zu 2 Ruthen und von 2 zu 2 Fufs mit einem Woltman'schen Flügel gemessen, dessen einfacher Flügelwerth bestimmt war. In Folge des bei der Wassermengen-Berechnung zu Grunde gelegten einfachen Flügelwerthes sind die sehr zahlreichen Bestimmungen nicht genau genug. Wie auf S. 77 u. f. des lauf. Jahrgangs dieser Zeitschrift auseinandergesetzt, ist die Formel für die Flügelumdrehungen eine complicirte, da der Flügel nachweislich eine gewisse Geschwindigkeit nicht angiebt. Die Elbberechnungen geben daher die Wassermasse zu gering

Digitized by Google

an. Nach den bisherigen Messungen durfte man annehmen, dafs das höchste Wasser bei Torgau eine Wassermenge von etwa 80000 bis 90000 Cbffs. pro Secunde bewegen mochte. Die verschiedenen Damm- und Eisenbahnprojecte im Elbgebiete machten es erforderlich, diese Wassermasse genau kennen zu lernen, und veranlafsten vereinzelte Versuche, auf anderm Wege als dem der directen Messung zur Ermittelung der Hochwassermasse zu gelangen. Die verschiedenen Berechnungen liefsen eine weit höhere Wassermasse vermuthen, als die Elbmessungen erkennen liefsen. Dies gab die erste Veranlassung, die älteren Messungen einer besseren Verwerthung zu unterziehen und die nachfolgenden Stromgesetze zu entwickeln und zur Kenntnifs zu bringen.

1. Profilgesetz.

Nach der von dem Herrn Land-Baumeister Richrath ausgeführten Entwickelung des Durchschnittsprofils aus den 54 Profilen von Nr. 194 bis 299 ergab sich zunächst deren Summe

Laufende Nr.	Kleinwasser-Profil b. 3′ am Pegel zu Torgau □Ffs.	bei 6′ am Torgauer Pegel		bei 9′ am Torgauer Pegel	
		Zuwachs □Ffs.	Profilfläche □Ffs.	Zuwachs □Ffs.	Profilfläche □Ffs.
Profile —54	125639	99315	224954	116456	341410
im Mittel 1	2327	1839	4166	2157	6322

Die arithmetischen Mittel aus obigen 54, in den Jahren 1820 — 22 aufgenommenen Querprofilen F bei den Wasserständen von 3′, 6′ und 9′ am Torgauer Pegel, sowie die arithmetischen Mittel der Breiten b_1 im Wasserspiegel sind folgende:

bei 3′ am Torgauer Pegel ist $F = 2327$ □F. u. $b_1 = 551$ Fufs,
- 6′ - - - - - $= 4166$ - - - $= 673$ -
- 9′ - - - - - $= 6322$ - - - $= 766$ -

Betrachtet man die Flächen F als parabolische Abschnitte, so findet man die Tiefen t für obige Wasserstände aus der Parabel-Gleichung

$$F = \tfrac{2}{3}\, b_1 t, \text{ also } t = \tfrac{3}{2}\,\frac{F}{b_1},$$

mithin

bei 3 Fufs am Pegel $t = 6{,}_{39}$ Fufs,
- 6 - - - $= 9{,}_{29}$ -
- 9 - - - $= 12{,}_{38}$ -

Diese Tiefen sollen jedoch (was schon hier annähernd der Fall ist) um genau je 3 Fufs wachsen. Man setze dieselben daher der Reihe nach

$$\begin{aligned} 6{,}_{33} &= t \\ 9{,}_{29} &= t + 3 \\ 12{,}_{38} &= t + 6 \end{aligned}$$

summirt giebt $28{,}_{00} = 3t + 9$,

hieraus findet man

$$t = \frac{28 - 9}{3} = 6{,}_{33}'.$$

Die Tiefen des Normalprofils sind demnach

bei 3′ am Pegel $t = 6{,}_{33}$ Fufs,
- 6′ - - $= 9{,}_{33}$ -
- 9′ - - $= 12{,}_{33}$ -

Aus diesen Tiefen t als Abscissen und den Flächen F als Parabel-Abschnitten berechnen sich wiederum die Ordinaten b (oder halben Breiten im Wasserspiegel) aus der Formel

$$F = \tfrac{4}{3}\, b \cdot t, \text{ woraus } b = \tfrac{3}{4} \cdot \frac{F}{t},$$

mithin bei 3′ am Pegel $b = 276$ Fufs,
- 6′ - - $= 335$ -
- 9′ - - $= 385$ -

Aus den Abscissen t und den Ordinaten b findet man nun den Parameter p durch die Scheitelpunktsgleichung der Parabel $b^2 = pt$ und $p = \frac{b^2}{t}$, indem man nach der Methode der kleinsten Quadrate

$$p = \frac{\Sigma\,(b^2 t)}{\Sigma\,(t^2)} \text{ setzt,}$$

woraus sich der Parameter

$p = 12025$ Fufs ergiebt.

Aus p und t berechnen sich dann die Querprofile F wie folgt:

$F = \tfrac{4}{3}\, bt$ und $b^2 = pt$,

also $b = \sqrt{pt}$. Diesen Werth von b in die erste Formel eingesetzt, giebt

$$F = \tfrac{4}{3}\, t\sqrt{pt} = 146{,}_{2114}\, t\sqrt{t} =$$

$$= 146{,}_{21} \cdot \left(z + \frac{10}{3}\right) \cdot \sqrt{\left(z + \frac{10}{3}\right)} \text{ worin}$$

z — Wasserstand am Torgauer Pegel und $^{10}/_{3} = 3{,}_{333}'\ldots$ die Tiefenlage des Anfangspunktes der Parabel, nämlich hier $3{,}_{333}'\ldots$ unter dem 0 Punkte des Torgauer Pegels. Hieraus findet man

	gemessen war:
bei 3′ am Pegel $F = 2329$ □F.	2327 □F.,
- 6′ - - - $= 4167$ -	4166 -
- 9′ - - - $= 6330$ -	6322 -

Man kann daher annehmen, dafs die Formel

$$F = 146{,}_{2114}\,(z + {}^{10}/_{3})\,\sqrt{(z + {}^{10}/_{3})}$$

das damalige Durchschnittsprofil sehr genau wiedergiebt.

Dafs übrigens auch in dem Vorkommen der Einzel-Profilgröfsen bei den einzelnen Wasserständen sich eine Gesetzmäfsigkeit nachweisen läfst, läfst folgende Anordnung ungeachtet der geringen Zahl der Profile immerhin erkennen.

Es finden sich nämlich von 200 zu 200 □Fufs geordnet

bei 3′ am Torgauer Pegel

zwischen	1000	und 1200	□Fufs =	2 Profile,
-	1200	- 1400	- =	1 -
-	1400	- 1600	- =	2 -
-	1600	- 1800	- =	1 -
-	1800	- 2000	- =	4 -
-	2000	- 2200	- =	11 -
-	2200	- 2400	- =	8 -
-	2400	- 2600	- =	11 -
-	2600	- 2800	- =	5 -
-	2800	- 3000	- =	4 -
-	3000	- 3200	- =	4 -
-	3200	- 3400	- =	1 -

und bei 9′ am Torgauer Pegel

zwischen	5200	und 5400	□Fufs =	2 Profile,
-	5400	- 5600	- =	1 -
-	5600	- 5800	- =	5 -
-	5800	- 6000	- =	3 -
-	6000	- 6200	- =	11 -
-	6200	- 6400	- =	7 -

Digitized by Google

zwischen 6400 und 6600 □Fufs = 7 Profile,
- 6600 - 6800 - = 11 -
- 6800 - 7000 - = 5 -
- 7000 - 7200 - = 1 -
- 7200 - 7400 - = 1 -

Und ergab sich im ersten Falle bei 3′ am Torgauer Pegel, wie vorhin nachgewiesen,

die mittlere Profilgröfse = 2329 □Fufs,

im 2ten Falle bei 9′ am Pegel = 6330 □Fufs.

2. Wassermassengesetz.

Für die Entwickelung des Wassermassengesetzes wäre es zunächst erwünscht gewesen, den damals zu den Messungen verwendeten Flügel einer nochmaligen Prüfung zu unterziehen. Es konnte indefs beim Beginn dieser Untersuchung nicht festgestellt werden, wo der Flügel inzwischen aufbewahrt sein mochte und ob er überhaupt noch existire. Hiernach blieb nichts übrig, als folgende Erfahrung zu benutzen. Alle Wassermengen-Ermittelungen mittelst des einfachen Flügelwerths lassen erkennen, dafs bei gleich hohem Wasserstande desselben Gewässers die Wassermengen gröfser erscheinen bei kleinem Profil als bei grofsem Profil. Da nun bei diesen Messungen diejenige Geschwindigkeit fehlt, welche der Flügel nicht mehr angiebt und durch Reibung consumirt wird, so erhält bei Berücksichtigung dieser Geschwindigkeit die Wassermasse des kleineren Profils einen kleineren Zuwachs, als die des gröfseren. Die Wassermengen gleichen sich durch diese Zusätze daher mehr aus, werden aber sonst erheblich gröfser.

So ergab sich bei Doppelmessungen bei Ratibor, dafs nach dem blofsen Flügelwerthe und der Umdrehungszahl ein Profil von 312 □Fufs $78_{,303}$ Cbffs., und ein dergleichen von $135_{,73}$ □Fufs $131_{,91}$ Cbffs. lieferte, dafs aber mit Rücksicht auf den aus 15 Doppelmessungen erzielten Werth für die vom Flügel nicht mehr angegebene Geschwindigkeit = $0_{,3528}$′ sich die Wassermasse im ersten Profil zu $188_{,38}$ Cbffs., im zweiten Profil zu $179_{,71}$ Cbffs. herausstellte.

Hieraus ergiebt sich die Formel zur Entwickelung der wahren Wassermasse leicht, wenn a die Wassermasse und b diejenige Geschwindigkeit bedeutet, welche gesucht wird, und Q die bisherige Wassermasse und F die Profilgröfse zu bezeichnen haben, da dann

$$a = bF + Q \text{ und}$$

$$\text{also } Q = a - bF \text{ sein mufs.}$$

Nun liegen für viele Wasserstände mehrfache Messungen vor; es greift daher die Methode der kleinsten Quadrate Platz und ist danach

$$a = \frac{\Sigma(F^2)\,\Sigma(Q) - \Sigma(F)\,\Sigma(FQ)}{n \cdot \Sigma(F^2) - (\Sigma(F))^2}$$

$$b = -\frac{n\,\Sigma(F \cdot Q) - \Sigma(F)\,\Sigma(Q)}{n\,\Sigma(F^2) - (\Sigma(F))^2}$$

Die Entwickelung von a ist nicht weiter zu verfolgen, da jede Reihe von Messungen nicht gleiche b erzielt, und erst aus den verschiedenen b später das gemeinschaftliche b zu ermitteln ist, welches die Entwickelung der richtigen einzelnen Wassermassen gestattet. Hiernach ergab sich:

a. für den Wasserstand von 3′ 10″ Torgauer Pegel aus den Profilen und zugehörigen gemessenen Wassermassen

$F =$ 2676 □Ffs. $Q =$ 6692 Cbffs.
2886 - 6356 -
2810 □Ffs. 6439 Cbffs.
2521 - 6351 -

$b = -0_{,099663}$.

b. für den Wasserstand von 4′ 11″ Torgauer Pegel aus:

$F =$ 3813 □Ffs. $Q =$ 8414 Cbffs.
3761 - 8205 -
3152 - 8592 -
3263 - 8982 -
3834 - 8833 -
4203 - 8243 -
3521 - 8228 -
3206 - 8497 -

$b = -0_{,233534}$.

c. für den Wasserstand von 5′ 5″ Torgauer Pegel aus:

$F =$ 3147 □Ffs. $Q =$ 10083 Cbffs.
3805 - 10019 -
3898 - 9452 -
3419 - 9534 -
3369 - 9592 -
3878 - 9808 -

$b = -0_{,186562}$.

d. für den Wasserstand von 5′ 8″ Torgauer Pegel aus:

□Ffs.	Cbffs.	□Ffs.	Cbffs.
$F=3343$	$Q=10412$	$F=3405$	$Q=10805$
3755	10074	4186	10535
3738	10758	4089	10319
3754	10750	4141	9969
3710	10737	4122	10637
3996	11020	4171	10708
3655	10817	4117	10877
3103	11071	4029	10809
3599	10801	4228	10455

$b = -0_{,229274}$.

e. für den Wasserstand von 5′ 10″ Torgauer Pegel aus:

$F =$ 3905 □Ffs. $Q =$ 11749 Cbffs.
4207 - 11205 -
4587 - 11204 -
4110 - 11068 -
4407 - 11667 -

$b = -0_{,224645}$.

f. für den Wasserstand von 6′ Torgauer Pegel aus:

□Ffs.	Cbffs.	□Ffs.	Cbffs.
$F=4396$	$Q=12084$	$F=4088$	$Q=12610$
3971	12407	4528	12504
4206	12419	4414	12412
4536	12514		

$b = -0_{,095293}$.

g. für den Wasserstand von 7′ am Torgauer Pegel aus:

$F =$ 5603 □Ffs. $Q =$ 14603 Cbffs.
4711 - 14272 -

$b = +0_{,187220}$.

Den mittleren Werth dieser einzelnen Werthe findet man aber, wenn man nach der Methode der kleinsten Quadrate das Quadrat der Anzahl Untersuchungen jedesmal mit dem entsprechenden Werthe multiplicirt, alle Producte addirt und durch die Summe der Quadrate der Zahlen der zugehörigen Untersuchungen dividirt.

Der mittlere Werth ist also von

Digitized by Google

$$-\delta = \frac{+18^2 \cdot 0{,}29274 + 8^2 \cdot 0{,}23558 + 7^2 \cdot 0{,}09929}{18^2 + 8^2 + 7^2}$$
$$\frac{+6^2 \cdot 0{,}28686 + 5^2 \cdot 0{,}29465 + 4^2 \cdot 0{,}09966 - 2^2 \cdot 0{,}2722}{+ 6^2 + 5^2 + 4^2 + 2^2}$$
$$= +0{,}2624.$$

Die wirklich abgeflossene Wassermasse oder a ist also jedesmal

$$= 0{,}2624\, F + Q.$$

Nunmehr ist man im Stande, aus den mittleren Profilen und Wassermassen jeder Versuchsreihe die wirklich abgeflossene Wassermasse in den Jahren 1820 bis 1823 festzustellen und ergeben sich dieselben:

Wasserstand. Torgauer Pegel.	Wassermasse. Cbffs.	Zahl der Messungen.
3′ 10″	7174	4
4′ 11″	9442	8
5′ 5″	10689	6
5′ 8″	11650	18
5′ 10″	12492	5
6′	13551	7
7′	15790	2
9′ 2½″	25153	1

Damit kommt man erst in die Lage, die Wassermengen-Curve der damaligen Elbe bei Torgau zu entwickeln, und ist es zweckmäfsig, hierbei auch die Zahl der Untersuchungen für jeden Wasserstand in Rechnung zu ziehen. Bezeichnet nun t_1 die Tiefenlage des Anfangspunktes der Wassermengen-Curve unterm Wasserspiegel, Q die Wassermenge, welche dem Wasserspiegelstande entspricht, so ist, da die Wassermengen-Curve eine einfache Parabel ist, und p_1 den Parameter bezeichnen mag, allemal

$$t_1^2 = p_1\, Q.$$

t_1 ist an sich nicht bekannt, man kann aber, da t_1 wie der Wasserstand am Pegel zu- und abnimmt, dafür setzen, wenn s den Wasserstand am Pegel bezeichnet, $(s \pm \delta)$ wo δ die positive oder negative Differenz angiebt, um welche der Curvenanfang tiefer oder höher als der 0Punkt des Pegels liegt. Dann ist

$$(s \pm \delta)^2 = p_1\, Q \text{ oder}$$
$$s = \mp \delta + \sqrt{p_1\, Q}.$$

Hierin sind s als Wasserstand und Q als Wassermasse bekannt, und δ als Differenz des Anfangspunktes der Parabel mit dem 0Punkte des Pegels und p_1 als Parameter unbekannt. Nach der Methode der kleinsten Quadrate ist nun

$$\delta = \frac{\Sigma(Q)\,\Sigma(s) - \Sigma(\sqrt{Q})\,\Sigma(\sqrt{Q}\cdot s)}{51\,\Sigma(Q) - (\Sigma(\sqrt{Q}))^2}$$

$$\text{und } \sqrt{p_1} = \frac{51\cdot\Sigma(\sqrt{Q}\cdot s) - \Sigma(\sqrt{Q})\,\Sigma(s)}{51\,\Sigma(Q) - (\Sigma(\sqrt{Q}))^2}$$

Die Berechnung der Summen

$$\Sigma(Q),\ \Sigma(\sqrt{Q}),\ \Sigma(s),\ \Sigma(s\sqrt{Q})$$

läfst sich dann noch vereinfachen, wenn man zuvor diese Summen für diejenigen Beobachtungen einzeln berechnet, welche zu einerlei Werth von s gehören, und hinterher erst alle Partialsummen in eine Summe vereinigt.

Hiernach ergiebt sich

$$\delta = -1{,}196727'$$
$$\sqrt{p_1} = 0{,}07288055, \text{ und}$$
$$\textbf{Q ist also} = 202{,}1678\,(s + 1{,}957')^2.$$

Für den höchsten beobachteten Wasserstand von 24 Fufs am Torgauer Pegel ist daher

$$Q = 202{,}1678\,(25{,}957)^2$$
$$= 136217 \text{ Cbffs. pro Secunde}$$

gewesen.

Während man die höchste Wassermasse nach den Messungen früher zu etwa 90000 Cbffs. per Secunde schätzte, ergiebt sie sich jetzt unter richtiger Verwerthung derselben Messungen aus den Jahren 1820 bis 1823 somit zum anderthalbfachen Werthe. Ebenso ergiebt sich nun auch die Wassermenge des niedrigsten Wasserstandes vom 6. Juli 1822 mit 2′ 3″ am Torgauer Pegel zu

$$Q = 202{,}1678\,(4{,}207)^2 = 3578 \text{ Cbffs. pro Secunde.}$$

Das Verhältnifs der kleinsten zur höchsten Wassermasse war also damals wie 1 : 38.

Es dürfte noch von Interesse sein, zu erfahren, dafs auch der an der Saale bei den Messungen von 1868 angewendete Flügel, dessen Formel aus 35 Versuchen auf Seite 83 dieser Zeitschrift sich herausgestellt hat, zu

$$C = 1{,}466\,(n + \sqrt{n^2 + 0{,}03249359}),$$

für den Fall, dafs die Umdrehung

$$n = 0 \text{ wird, } 0{,}2692' \text{ ergiebt.}$$

Da nun die Untersuchungen an der Elbe 1820/23 ergeben haben, dafs der dort angewendete Flügel Geschwindigkeiten unter $0{,}2624$ Fufs nicht angab, und somit diese Werthe fast genau übereinstimmen, so könnte man auf den Gedanken kommen, dafs der bei den Saal-Untersuchungen 1868 angewendete Flügel bereits 1820/23 zu den Elbmessungen verwandt wurde. Dies ist jedoch nicht der Fall, da die Tabelle der Geschwindigkeiten, welche vom Bauconducteur Michaelis für die Elbmessungen entworfen ist, weit gröfsere Geschwindigkeiten ergiebt, als nach vorstehender Formel für das Saale-Flügelinstrument sich für die Umdrehungszahlen entwickeln lassen.

3. Geschwindigkeitsgesetz.

Die mittlere Geschwindigkeit einer Flufsstrecke wird erhalten, wenn man die Wassermasse durch die zugehörige Durchschnitts-Profilgröfse dividirt; es ist demnach

$C = \frac{Q}{F}$, und hier die Werthe für Q und F eingesetzt,

$$C = \frac{3\cdot t_1^2}{4\,p_1\,t\sqrt{p\,t}} \text{ oder hier}$$

$$C = \frac{202{,}1678\,(s + 1{,}957)^2}{146{,}2114\,(s + 10/3)\sqrt{(s + 10/3)}}; \text{ resp.}$$

$$C = \frac{1{,}3827\,(s + 1{,}957)^2}{(s + 10/3)\sqrt{(s + 10/3)}}$$

wenn s den Wasserstand am Torgauer Pegel bezeichnet.

Es ergiebt sich hiernach die durchschnittliche Geschwindigkeit der Elbe unterhalb Torgau 1820/23 (Fig. 1 auf Bl. M)

für 3 Fufs am Pegel zu $2{,}132'$,
- 6 - - - - $3{,}071'$,
- 9 - - - - $3{,}823'$,
- 12 - - - - $4{,}486'$.

Da das Durchschnittsprofil nur bis zum vollbordigen Profil berechnet werden kann, so ist auch das Gesetz der durchschnittlichen Streckengeschwindigkeit nur bis dahin zu verwenden.

Man ersieht noch, dafs der Anfangspunkt der Wassermengenparabel höher liegt, als der der Profilparabel und

Digitized by Google

zwar um $3{,}333 - 1{,}957 = 1{,}376'$, was auch an sich einleuchtend ist, denn denkt man sich mit einem Male die Elbe ohne weiteren Zufluſs, so werden nach erfolgtem Ablauf nur die Krümmungen und tiefen Stellen mit stehendem Wasser erfüllt sein, der Strom aber keine Bewegung mehr bewirken. Das Durchschnittsprofil hat daher in der Regel einen tieferen Anfangspunkt als die Wassermengenparabel.

Wären aber beide Tiefen einander gleich, deckten sich also die Anfangspunkte beider Curven, dann wäre $s \pm \delta = t$ für beide Fälle gleich und es wäre

$$c = \frac{\sqrt{\alpha} \cdot t^2}{t\sqrt{t}} = \sqrt{\alpha t},$$

$\sqrt{\alpha}$ als Coefficient resp. als Parameter angesehen, und dann wäre auch $c^2 = \alpha t$,
d. h. das allgemeine Fallgesetz würde dann in volle Wirksamkeit treten.

Der Umstand, daſs die Anfangspunkte der Profil- und Wassermengen-Parabel nur höchst selten zusammenfallen können, ist eben Veranlassung gewesen, daſs das Bewegungsgesetz des Wassers aus der bloſsen Theorie sich nicht entwickeln lieſs, vielmehr bedurfte es einer richtigen Verwerthung der Beobachtungen, aus denen das Gesetz hergeleitet werden konnte.

Das hier entwickelte Geschwindigkeitsgesetz hat indeſs nur seinen Werth in Betreff der mittleren Geschwindigkeit der betrachteten Strecke. Die mittlere Geschwindigkeit eines Einzelprofils läſst sich jedoch daraus herleiten, insofern die Querprofile sich umgekehrt wie die mittleren Geschwindigkeiten verhalten. Einfacher noch ist es, die mittlere Geschwindigkeit eines Einzelprofils durch Division der Profilgröſse in die zugehörige Wassermenge nach der Wassermengen-Curve darzustellen.

Während aber die mittleren Strockengeschwindigkeiten für alle Wasserstände bis zur Ueberschwemmung einer bestimmten Curve angehören, ergeben sich die mittleren Geschwindigkeiten eines Einzelprofils nach den einzelnen Wasserständen als regellos. Es ist ja auch aus directen Wahrnehmungen erklärlich, wenn die mittleren Geschwindigkeiten bei Wachswasser z. B. in den Uebergangsprofilen anfangs groſse Werthe, dann kleinere und endlich wieder zunehmende, und in den Krümmungen anfangs geringe, dann stark zunehmende zeigen.

Sind endlich in einem Einzelprofile nur Geschwindigkeitsmessungen vorhanden, so läſst sich die mittlere Geschwindigkeit auch ohne Schwierigkeit aus diesen herleiten, wie dies für die Elbe aus dem Gesetze der Vertikal-Parabel nachgewiesen werden wird.

4. Gesetz der relativen Dauer der Wasserstände.

Die Wasserstände erfolgen anscheinend regellos, je nach dem Verlaufe der Witterung und der Niederschläge. Gleichwohl ist auch in ihnen eine gesetzmäſsige Erscheinung nachzuweisen. Notirt man von Fuſs zu Fuſs (für die Periode von 1831 bis 1870) die Anzahl der Tage ihres Auftretens für jedes Jahr, so läſst zwar ein Vergleich der einzelnen Jahre noch keine rechte Uebersicht zu. Macht man aber die Zusammenstellung für viele Jahre (20 und mehr), so ergiebt sich eine gesetzmäſsige Bewegung in der Zahl der Tage für jeden vollen Fuſs der beobachteten Wasserstände, wie die hier folgende Tabelle, welche der Herr Wasser-Bauinspector Grote mir zuzusenden die Güte hatte, für den Pegel von Torgau von 1830 bis 1870 von 10 zu 10 Jahren geordnet, nachweist.

Elbpegel zu Torgau.

Der Pegel zeigte Fuſs	jährlich an Tagen				zusammen
	1831 bis 1840	1841 bis 1850	1851 bis 1860	1861 bis 1870	1831 bis 1870
1—2	—	—	—	—	—
2—3	8,9	2,0	0,6	39,1	12,65
3—4	79,7	35,2	46,8	105,8	66,875
4—5	91,5	89,8	99,7	82,3	90,825
5—6	64,3	66,0	73,8	50,9	63,75
6—7	41,4	50,2	44,8	27,9	41,075
7—8	20,4	30,4	26,3	17,1	23,55
8—9	16,8	25,5	20,5	11,6	18,60
9—10	9,4	19,7	14,2	9,1	13,10
10—11	7,8	14,4	10,3	7,3	9,95
11—12	6,1	9,6	8,2	4,0	6,975
12—13	4,5	4,3	6,5	2,2	4,375
13—14	4,9	5,0	4,6	2,7	4,30
14—15	2,3	4,6	3,1	1,4	3
15—16	2,6	3,4	3,2	0,9	2,525
16—17	1,7	1,3	1,2	0,9	1,275
17—18	1,7	0,8	0,8	0,7	1
18—19	0,6	1,0	0,5	0,2	0,575
19—20	0,1	1,0	0,2	0,7	0,5
20—21	—	0,7	—	0,2	0,225
21—22	—	0,2	—	0,2	0,1
22—23	—	—	—	—	0
23—24	—	0,1	—	—	0,025
Summa	365,3	365,2	365,3	365,2	365,25

Für die vorliegende Berechnung werden die Beobachtungen von 1831 bis 1850, da frühere nicht vorliegen, zur Verwendung gelangen können, insofern man die Voraussetzung macht, daſs die entwickelten Verhältnisse der Elbe aus den Jahren 1820 bis 1823 noch bis 1850 als zutreffend angesehen werden können.

Elbe bei Torgau.

Mittlerer Wasserstand am Torgauer Pegel Fuſs. Zoll	jährlich an Tagen		Tageszahl 1831 bis 1850 pro Jahr	Tagefuſse
	1831 bis 1840	1841 bis 1850		
2′ 6″	8,9	2,0	5,45	13,625
3′ 6″	79,7	35,2	57,45	201,075
4′ 6″	91,5	89,8	90,15	405,675
5′ 6″	64,3	66,0	65,15	358,325
6′ 6″	41,4	50,2	45,80	297,700
7′ 6″	20,4	30,4	25,40	190,500
8′ 6″	16,8	25,5	21,15	179,775
9′ 6″	9,4	19,7	14,55	138,225
10′ 6″	7,8	14,4	11,10	116,550
11′ 6″	6,1	9,6	7,85	90,275
12′ 6″	4,5	4,3	4,40	55,000
13′ 6″	4,9	5,0	4,95	66,825
14′ 6″	2,3	4,6	3,75	54,375
15′ 6″	2,6	3,4	3,00	46,500
16′ 6″	1,7	1,3	1,50	24,750
17′ 6″	1,7	0,8	1,25	21,875
18′ 6″	0,6	1,0	0,80	14,800
19′ 6″	0,1	1,0	0,55	10,725
20′ 6″	—	0,7	0,70	14,350
21′ 6″	—	0,2	0,20	4,300
22′ 6″	—	—	—	—
23′ 6″	—	0,1	0,10	2,350
Summa	365,9	365,2	365,25	2307,575

Die erste Anwendung, die man mit der relativen Dauer der Wasserstände wird machen können, wird die sein, den mittleren Wasserstand von 1831 bis 1850 festzustellen. Es geschieht dies, indem man den mittleren Wasserstand jeden

Digitized by Google

vollen Fufses mit der zugehörigen Tagezahl multiplicirt und die ganze Summe durch die Tagezahl des Jahres $365,_{25}$ dividirt.

Wie aus der unteren Tabelle auf Sp. 356 hervorgeht, ergiebt sich danach der mittlere Wasserstand von 1830 bis 1850 zu $\frac{2307,_{3125}}{365,_{25}} = 6$ Fufs $3,_6$ Zoll, während der beharrlichste oder meistens vorkommende Wasserstand nach der Curve der relativen Dauer selbst bei etwa 4′ 8″ zu suchen ist.

Die als Curve nach den Pegelständen aufgetragene Dauer der Wasserstände (Bl. M, Fig. 2) läfst, wie an der Oder und Saale, erkennen, dafs der kleinste und höchste Wasserstand am seltensten vorkommen, dafs aber vom niedrigsten Wasserstande bis 4′ 8″ die jährliche Dauer stark zunimmt und von da zum höchsten Wasserstande langsam abnimmt.

Die zweite Anwendung von dem Gesetze der relativen Dauer der Wasserstände wird man zur Erlangung der Kenntnifs der jährlichen Wassermenge machen können.

5. Jährliche Wassermenge.

Multiplicirt man nämlich die jährliche Tagezahl für jeden vollen Pegelfufs mit der entsprechenden mittleren Wassermasse oder der Wassermasse des mittleren Wasserstandes, so erhält man in der Summe aller Einzelermittelungen die jährliche Wassermenge.

Die nachfolgende Tabelle ergiebt für 1831 bis 1850 pro Jahr für die Elbe bei Torgau das Resultat, wenn die Wassermengen in Cubikruthen angegeben werden.

Elbe bei Torgau 1820 bis 1823.

Mittlerer Wasserstand am Torgauer Pegel Fufs. Zoll	Gröfste Tiefe der Wassermengen-Parabel $\frac{1}{3}+1,_{957}$ Fufs	Wassermasse pro Secunde Cbffs.	Tagezahl 1831 bis 1850 pro Jahr	Jährliche Wassermenge in Cubikruthen
2′ 6″	4,4573	4017	5,45	1094516
3′ 6″	5,4573	6021	57,45	17295280
4′ 6″	6,4573	8430	90,15	37997035
5′ 6″	7,4573	11243	65,15	36623476
6′ 6″	8,4573	14460	45,80	33113946
7′ 6″	9,4573	18082	25,40	22964137
8′ 6″	10,4573	22107	21,15	23377959
9′ 6″	11,4573	26538	14,55	19306771
10′ 6″	12,4573	31373	11,10	17412172
11′ 6″	13,4573	36612	7,85	14370090
12′ 6″	14,4573	42256	4,40	9296282
13′ 6″	15,4573	48303	4,95	11955135
14′ 6″	16,4573	54756	3,75	10266690
15′ 6″	17,4573	61612	3,00	9241820
16′ 6″	18,4573	68874	1,50	5165472
17′ 6″	19,4573	76538	1,25	4789626
18′ 6″	20,4573	84607	0,80	3384298
19′ 6″	21,4573	93081	0,55	2559734
20′ 6″	22,4573	104334	0,35	3651689
21′ 6″	23,4573	111242	0,70	1112419
22′ 6″	24,4573	—	—	—
23′ 6″	25,4573	131020	0,10	655099
		Summa	365,25	285627926

daher pro Secunde 15641 Cbffs.

Hieraus ergiebt sich, dafs die durchschnittliche jährliche Wassermenge der Elbe bei Torgau von 1831 bis 1850 betrug 285627926 Cubikruthen. Dies giebt eine durchschnittliche Wassermenge von 15641 Cbffs. pro Secunde und diese entspricht einem Wasserstande von $6,_{8256}' = 6$ Fufs $10,_{08}$ Zoll. Wie also auch an anderen Flüssen (Oder, Saale) ergiebt sich der Wasserstand der mittleren Wassermasse höher als der durchschnittliche mittlere Wasserstand.

Verwerthet man diese Resultate zur Beurtheilung der meteorologischen Verhältnisse des Elbgebietes, so läfst sich leicht nachweisen, dafs bei einem Flufsgebiet bis Torgau von 970 □Meilen die jährliche Wassermenge der Elbe von 1831 bis 1850 durchschnittlich einer Regenhöhe von $10,_{60}$ Zoll rhl. entsprach.

Nach von Möllendorf wird zwar die Regenhöhe für das Elbgebiet zu $27,_4$ Zoll rhl. angenommen. Diese Annahme dürfte jedoch als blofses Mittel von Regenortsbeobachtungen ungenau sein, da die Beobachtungsorte ungleich vertheilt sind. Bei dem grofsen Gebiete unter 20 Zoll Regen in Böhmen wird man nicht fehl greifen, die mittlere Höhe höchstens zu 25 Zoll anzunehmen; dann würden etwa verdunsten $14,_4$ Zoll rhl.

An der Oder bei Oppeln ergab sich aus 50jährigen Wasserstands- und aus jüngeren Regenmengen-Beobachtungen, dafs bei $24,_{94}$ Zoll Regen von der Oder $11,_{28}$ Zoll abgeführt wurden, d. h. $13,_{66}$ Zoll verdunsteten.

An der Saale bei Rothenburg ergab sich bei $20,_{96}$ Zoll Regen eine Abführung von $6,_{15}$ Zoll Regen, mithin verdunsteten $14,_{81}$ Zoll Regen.

Bei der Unsicherheit der Regenmengen-Beobachtungen und der verhältnifsmäfsig geringen Anzahl der Beobachtungsorte wird man also nicht fehl greifen, anzunehmen, dafs, da alle 3 Gewässer so ziemlich in gleichem Breitengrade liegen, etwa durchschnittlich jährlich $14,_{35}$ Zoll rhl. Regen verdunsten, wobei zu beachten bleibt, dafs die Oder mehr im sandigen Terrain, die Elbe in mittlerem Boden und die Saale mehr in gutem Boden sich bewegt, also die Verdunstung bei sandigem Boden geringer ausfällt, als bei gutem fetten Boden.

Ist dieses Resultat richtig, dann hätte man ein leichtes Mittel, für alle Flüsse in Norddeutschland, für welche man die Regenhöhen genau kennt oder feststellen kann, den Abflufs durch die bezüglichen Flüsse zu ermitteln, da man dann nur $14,_{35}$ Zoll als Verdunstung von der ganzen Regenhöhe in Abzug zu bringen hat; wobei man nach den hier vorliegenden Resultaten für ein sandiges Flufsgebiet etwas weniger Verdunstung rechnet, als für ein Gebiet mit gutem Boden.

Dafs diese Resultate auch sonst ihre practische Seite haben, wird man erkennen, wenn ich erwähne, dafs Elbe und Oder freie Ströme, oder wie letztere wenig gestaut sind, die Saale und Unstrut mit ihrer geringeren Regenhöhe und ihrem geringen Regenabflufs aber fast durchgängig gestaut werden.

Es würde sich somit die Erfahrung ziehen lassen, dafs es sich nicht empfiehlt, Flüsse von mehr als 200 □Meilen Gebiet und mit mehr als 10 Zoll Regenabflufs mit Stauanlagen zu versehen.

Zu einer Untersuchung der Frage, ob die Elbe in früheren Jahren wasserreicher oder wasserärmer war, eignen sich die Beobachtungen noch nicht, da sie für diese Zwecke einen Zeitraum von 200 Jahren umfassen müssen, um 2 Perioden von je 100 Jahren bilden zu können. Dieser Zeitraum ist nöthig, weil die wasserärmsten Jahre nur den dritten Theil der Wassermasse wasserreicher Jahre abführen und somit schon der Vergleich beider Perioden einen Unterschied

Digitized by Google

von mehr als 2 % verlangt, soll eine Zu- oder Abnahme der Wassermassen mit Sicherheit nachgewiesen werden können.

6. Die Vertikalgeschwindigkeits-Curven.

Zur weiteren Beurtheilung der Elbverhältnisse bei Torgau in den Jahren 1820 bis 1823 gehört auch die Wahrnehmung, dafs die zahlreichen Geschwindigkeits-Messungen des Bauconducteur Michaelis den Verlauf der einzelnen Vertikalgeschwindigkeits-Parabeln, wie sie im Jahrgang 1870 der Zeitschrift des Hannöverschen Ingenieur- und Architekten-Vereins nachgewiesen sind, erkennen lassen, wenn auch die einzelnen Geschwindigkeiten nur aus der Umdrehungszahl und dem Flügelwerthe des Woltman'schen Flügels entwickelt wurden.

Wie die Wassermengen-Berechnung ergiebt, würde hier nur zu jeder einzelnen Geschwindigkeit der Werth von $0{,}2624$ Fufs zuzusetzen bleiben; dieser constante Zusatz kann also auf die Form der Curve keinen Einfluss üben.

Die Betrachtung einzelner Vertikalen würde, wie das auch sonst überall vorgekommen ist, nicht zum Ziele führen, weil die Einzel-Beobachtungen zu grofse Abweichungen ergeben, so dafs die Annahme einer Curve nur als kühner Griff gelten könnte; dagegen ergiebt sich der Gang für die anzulegende Curve leicht, wenn man eine ungerade, möglichst grofse Zahl Vertikalmessungen in gleichen Tiefen-Abtheilungen nach Simpson horizontal zusammenlegt und die Gesammtcurve nach den Tiefen als Vertikalcurve, der Parabel entsprechend, in Betracht zieht. Da der Beweis für die Zulässigkeit dieser Annahmen bereits in der Zeitschrift des Hannöverschen Ingenieur- und Architekten-Vereins 1870 geführt ist und auf der Gleichheit der Parameter aller Vertikal-Parabeln desselben Profils für denselben Wasserstand beruht, so wird es hier nur auf die Zusammenstellung einiger Elbprofil-Messungen ankommen, um die Natur dieser Curven ersichtlich zu machen.

Die Form der Vertikalcurve ergiebt sich aus 5 Vertikalen für Elbprofil 251:

Tiefe	Geschwindigkeit
1 Fufs	$3{,}425$ Fufs,
3 -	$3{,}392$ -
5 -	$3{,}268$ -
7 -	$3{,}135$ -
9 -	$2{,}854$ -
11 -	$2{,}773$ -
13 -	$2{,}244$ -

für Elbprofil 253 aus 7 Vertikalen:

Tiefe	Geschwindigkeit
1 Fufs	$3{,}437$ Fufs,
3 -	$3{,}309$ -
5 -	$3{,}284$ -
7 -	$3{,}227$ -
9 -	$3{,}030$ -
11 -	$2{,}509$ -
13 -	$2{,}337$ -

Nach dem ersten Profil liegt die gröfste Geschwindigkeit und mit ihr die Axe der Parabel unterm Wasser-, nach dem zweiten anscheinend im Wasserspiegel. Das letztere Vorkommen scheint bei den Elbmessungen die Regel, das erstere die seltene Ausnahme zu bilden; es wird daher die nähere Betrachtung des zweiten Profils von Werth sein.

Liegt die als wagerecht anzunehmende Axe unter Wasser, so ist dies vom theoretischen Standpunkte die allgemeinere Lage der Curve und es ist, wenn

c_a die Wasserspiegel-Geschwindigkeit,
c_m die Axen- oder Maximalgeschwindigkeit,
c_1 die Flufsboden-Geschwindigkeit,
c_{11} oder $c_{t_{11}}$ die Geschwindigkeit für t_{11},
a die Tiefe der Axenlage unter Wasser,
t_m die ganze Tiefe,
p_{11} der Parameter, und
t_{11} die Tiefe unter Wasser,

danach (Fig. 3 auf Bl. M)

$$(\pm t_{11} \mp a)^2 = p_{11}\,(c_m - c_{11})$$

und liegt die Axe im Wasserspiegel, wie hier angenommen, dann ist

$$t_{11}^{\,2} = p_{11}\,(c_m - c_{11})$$

$$\text{also } c_{11} = c_m - \frac{t_{11}^{\,2}}{p_{11}} \quad \text{(Fig. 4 auf Bl. M).}$$

Nach der Methode der kleinsten Quadrate ergiebt sich für die Messungen des zweiten Profils in den 7 Vertikalen nun, unter der Annahme der gröfsten Geschwindigkeit im Wasserspiegel, die Gleichung

$$c_{11} = 3{,}45474 - 0{,}006704\,t_{11}^{\,2}$$

und es vergleicht sich danach

Tiefe	c_{11} gemessen	c_{11} berechnet
1 Fufs	$3{,}4385'$	$3{,}4490'$
3 -	$3{,}3093'$	$3{,}3044'$
5 -	$3{,}2040'$	$3{,}2071'$
7 -	$3{,}2268'$	$3{,}1262'$
9 -	$3{,}0297'$	$2{,}9117'$
11 -	$2{,}5059'$	$2{,}6436'$
13 -	$2{,}3274'$	$2{,}3218'$

Die Annahme der Zulässigkeit der Summation der einzelnen Vertikal-Geschwindigkeitsmessungen derselben Horizontale nach Simpson beruht, wie vorhin erwähnt, auf der Gleichheit der Parameter aller Vertikalparabeln desselben Profils bei demselben Wasserstande; es ist indefs noch der Nachweis zu führen, dafs dieser Annahme von den Einzel-Vertikalmessungen nicht widersprochen wird. Ist der Parameter gleich, so sind auch die Differenzen der Geschwindigkeiten mit der Axengeschwindigkeit nach Maafsgabe der Tiefe einander gleich. Es mufs daher die Differenz hier sein bei

Tiefe			
$0'$	$3{,}4547'$	$-\ 3{,}4547'$	$= 0$
$1'$	$3{,}4547'$	$-\ 3{,}4480'$	$= 0{,}0067'$
$3'$	$3{,}4547'$	$-\ 3{,}3944'$	$= 0{,}0603'$
$5'$	$3{,}4547'$	$-\ 3{,}2871'$	$= 0{,}1676'$
$7'$	$3{,}4547'$	$-\ 3{,}1262'$	$= 0{,}3285'$
$9'$	$3{,}4547'$	$-\ 2{,}9117'$	$= 0{,}5430'$
$11'$	$3{,}4547'$	$-\ 2{,}6436'$	$= 0{,}8111'$
$13'$	$3{,}4547'$	$-\ 2{,}3218'$	$= 1{,}1329'$
	$27{,}6376'$	$-\ 24{,}5875'$	$= 3{,}0501'$

Wird diese Summe der Differenzen $3{,}05'$ zu jeder Summe der einzelnen gemessenen Vertikalgeschwindigkeiten in einer Vertikale bis 13 Fufs Tiefe hinzugesetzt und durch 7 dividirt, so erhält man die Maximal- und hier die Wasserspiegel-Geschwindigkeit der betreffenden Vertikale und kann nun durch Abzug der den Tiefen entsprechenden Differenz die nach der Berechnung sich ergebende Geschwindigkeit

Digitized by Google

Relative Jahres Dauer der Wasserstände am Pegel zu Torgau

von 1831 bis 1850

von Fuss zu Fuss

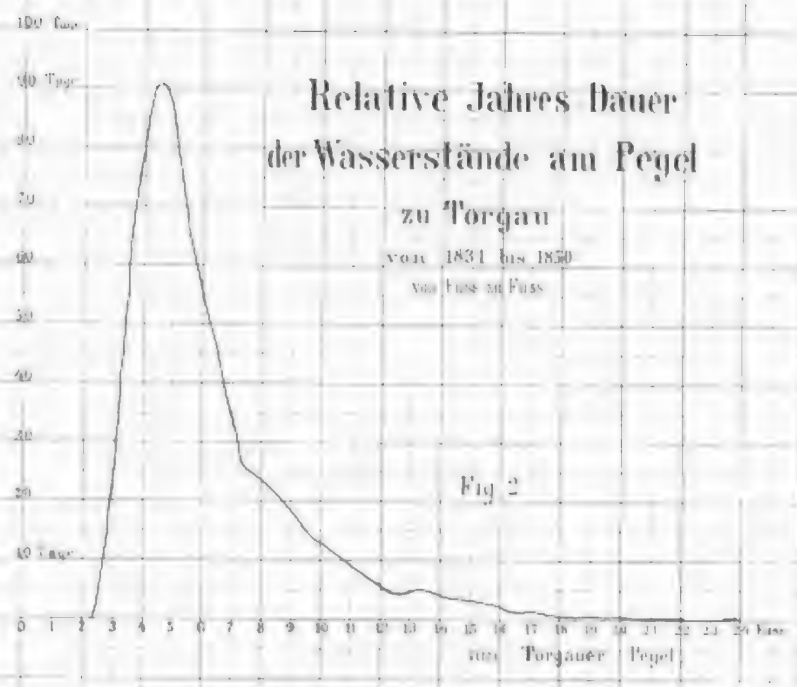


Fig 2

Fig 3

Fig 4

Fig 3 u 4
Vertikal Parabeln

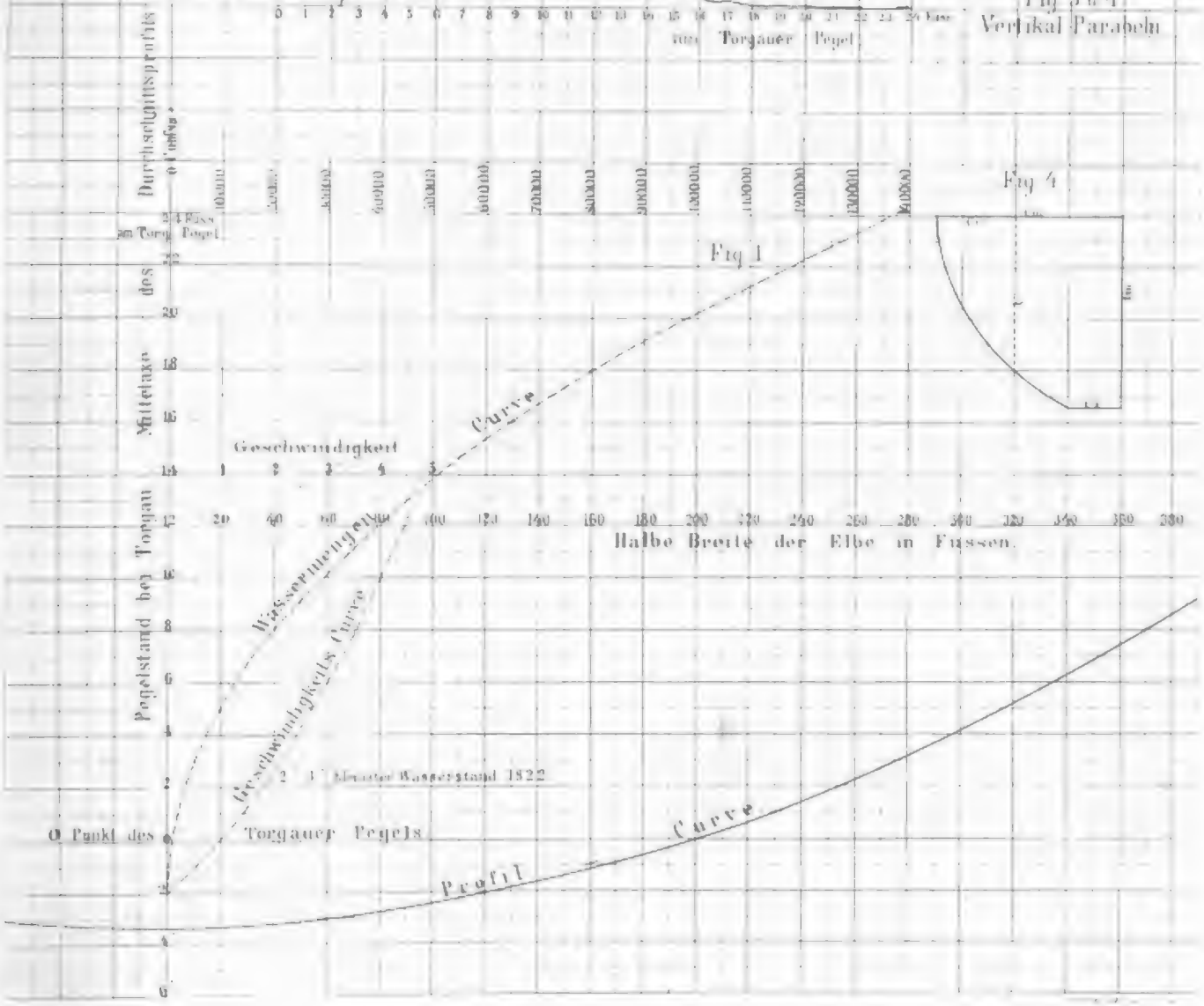


Fig 1

Digitized by Google

dieser Tiefe ermitteln und mit der gemessenen vergleichen. Nach dieser Behandlung ist also die Summe der gemessenen Geschwindigkeiten einer Vertikale gleich der Summe derjenigen Geschwindigkeiten, welche sich aus der dem Parameter der Vertikal-Parabel entsprechenden Berechnung ergeben.

Zum Vergleich mögen die einzelnen Vertikalen dieser Profil-Vertikalparabel folgen, welche mit der Rechnung die beste Uebereinstimmung zeigen.

Wasserspiegel-Geschwindigkeit	Tiefe	I. Vertikale gemess.	I. Vertikale berech.	III. Vertikale gemess.	III. Vertikale berech.	IV. Vertikale gemess.	IV. Vertikale berech.	VII. Vertikale gemess.	VII. Vertikale berech.
	Fufs	Fufs		Fufs		Fufs		Fufs	
	bei 0	—	2,298	—	3,751	—	3,737	—	3,392
	1	2,287	2,291	3,887	3,744	3,659	3,730	3,544	3,385
	3	2,172	2,236	3,544	3,691	3,659	3,627	3,201	3,332
	5	2,058	2,120	3,659	3,583	3,544	3,569	3,316	3,224
	7	2,058	1,970	3,316	3,422	3,544	3,460	2,973	3,063
	9	1,944	1,755	3,430	3,208	3,316	3,194	2,973	2,849
	11	1,601	1,487	2,744	2,940	2,858	2,926	2,630	2,681
	13	0,915	1,165	2,630	2,618	2,515	2,604	2,058	2,359
		13,085	13,036						
	Hierzu	3,000							

7 : 16,085 = 2,298 Maximal- resp. Wasserspiegel-Geschwindigkeit.

Diese Einzel-Vertikalmessungen zeigen somit, wie die ihnen entsprechende Parabel die Beobachtungswerthe bis zur Sohle durchschneidet.

So sehr nun aber auch die entwickelte Formel den Beobachtungen zu entsprechen scheint, so ist doch vom theoretischen Standpunkte aus es nicht zulässig, ohne Weiteres die Annahme zu machen, dafs die gröfste Geschwindigkeit im Wasserspiegel liege. Es wäre sogar hier die Ansicht nicht auszuschliefsen, wegen Wind mit dem Strome die gröfste Geschwindigkeit über Wasser liegend zu vermuthen. Geht man von dieser strengeren Ansicht aus, so hat man auch die Entscheidung über die Lage der Axe der Methode der kleinsten Quadrate anheimzugeben. Von diesem Gesichtspunkte aus ergiebt sich bei der Annahme der gröfsten Geschwindigkeit über Wasser

$$(a + t_{11})^2 = p_{11}\,(c_m - c_{11}) \text{ oder aufgelöst:}$$
$$a^2 + 2\,a\,t_{11} + t_{11}^{\,2} = p_{11}\,c_m - p_{11}\,c_{11}$$

und bei der Annahme der gröfsten Geschwindigkeit unter Wasser

$$(\pm t_{11} \mp a)^2 = p_{11}\,(c_m - c_{11}) \text{ oder}$$
$$t_{11}^{\,2} - 2\,a\,t_{11} + a^2 = p_{11}\,c_m - p_{11}\,c_{11}.$$

Es ist daher für alle Fälle, insofern, wenn die gröfste Geschwindigkeit im Wasserspiegel selbst liegt, $a = 0$ wird,

$$t_{11}^{\,2} = -a^2 \mp 2\,a\,t_{11} + p_{11}\,c_m - p_{11}\,c_{11}.$$

Hierin sind t_{11} und c_{11} bekannt und a, p_{11}, c_m zu suchen, daher auch $-a^2 + p_{11}\,c_m$ eine Constante und somit die Gleichung auch zu schreiben:

$$t_{11}^{\,2} = (p_{11}\,c_m - a^2) \mp 2\,a\,t_{11} - p_{11}\,c_{11},$$

wofür allgemein zu setzen ist die Formel:

$$f = \alpha - \beta\,t_{11} - \gamma\,c_{11}$$

und somit aus allen t_{11} und c_{11} und $f = t_{11}^{\,2}$ nach der Methode der kleinsten Quadrate zu suchen

$$\alpha = (p_{11}\,c_m - a^2);\quad \beta = 2\,a;\quad \gamma = p_{11},$$

wobei c_m sich aus α finden läfst, da a aus β und p_{11} aus γ bekannt wird.

Führt man die weitläufige Rechnung für das vorhin betrachtete Elbprofil 253 wirklich aus, so ergiebt sich:

$$\alpha = \frac{1}{N}\begin{bmatrix} [\Sigma(t_{11}^{\,2})\,\Sigma(c_{11}^{\,2}) - (\Sigma(t_{11}\,c_{11}))^2]\,\Sigma(f) \\ +[\Sigma(c_{11})\,\Sigma(t_{11}\,c_{11}) - \Sigma(t_{11})\,\Sigma(c_{11}^{\,2})]\,\Sigma(t_{11}\,f) \\ +[\Sigma(t_{11})\,\Sigma(t_{11}\,c_{11}) - \Sigma(c_{11})\,\Sigma(t_{11}^{\,2})]\,\Sigma(c_{11}\,f) \end{bmatrix}$$

$$\beta = \frac{1}{N}\begin{bmatrix} [m\cdot\Sigma(c_{11}^{\,2}) - (\Sigma(c_{11}))^2]\,\Sigma(t_{11}\,f) \\ +[\Sigma(c_{11})\,\Sigma(t_{11}\,c_{11}) - \Sigma(t_{11})\,\Sigma(c_{11}^{\,2})]\,\Sigma(f) \\ +[\Sigma(t_{11})\,\Sigma(c_{11}) - \Sigma(t_{11}\,c_{11})\,m]\,\Sigma(c_{11}\,f) \end{bmatrix}$$

$$\gamma = \frac{1}{N}\begin{bmatrix} [m\cdot\Sigma(t_{11}^{\,2}) - (\Sigma(t_{11}))^2]\,\Sigma(c_{11}\,f) \\ +[\Sigma(t_{11})\,\Sigma(t_{11}\,c_{11}) - \Sigma(c_{11})\,\Sigma(t_{11}^{\,2})]\,\Sigma(f) \\ +[\Sigma(t_{11})\,\Sigma(c_{11}) - \Sigma(t_{11}\,c_{11})\,m\cdot]\,\Sigma(t_{11}\,f) \end{bmatrix}$$

wo m die Zahl der Beobachtungen bezeichnet und N, der gemeinschaftliche Nenner, den Werth hat

$$N = m\cdot\Sigma(t_{11}^{\,2})\cdot\Sigma(c_{11}^{\,2}) - m(\Sigma(t_{11}\,c_{11}))^2 - \Sigma(t_{11}^{\,2})(\Sigma(c_{11}))^2$$
$$- \Sigma(c_{11}^{\,2})(\Sigma(t_{11}))^2 + 2\cdot\Sigma(t_{11})\Sigma(c_{11})\Sigma(t_{11}\,c_{11})$$

und hiernach

$$\alpha = +\ 261{,}_{2350},$$
$$\beta = +\ 6{,}_{60585},$$
$$\gamma = -\ 80{,}_{3274}.$$

Es ist somit

$$p_{11} = +\ 80{,}_{3274}',$$
$$a = -\ 3{,}_{2037}',$$
$$c_m = +\ 3{,}_{2874}'.$$

Hiernach ergiebt sich die jedenfalls nicht erwartete Folgerung, dafs die gröfste Durchschnitts-Geschwindigkeit von $3{,}_{2874}'$ um $3{,}_{2037}'$ unter dem Wasserspiegel gelegen hat, und die Formel lautet nunmehr

$$c_{11} = 3{,}_{2517} - \frac{t_{11}\,(t_{11} - 6{,}_{60585})}{80{,}_{3274}}$$

und die Wasserspiegel-Geschwindigkeit war durchschnittlich $3{,}_{2517}$; es vergleichen sich nunmehr

Tiefe	Geschwindigkeit gemessen	Geschwindigkeit berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	aus
1	$3{,}_{4365}$	$3{,}_{3214}$	$3{,}_{2874} - 0{,}_{0660}$
3	$3{,}_{3092}$	$3{,}_{2730}$	$3{,}_{2874} - 0{,}_{0136}$
5	$3{,}_{2640}$	$3{,}_{2516}$	$3{,}_{2874} - 0{,}_{0358}$
7	$3{,}_{2268}$	$3{,}_{2173}$	$3{,}_{2874} - 0{,}_{1701}$
9	$3{,}_{0297}$	$2{,}_{9936}$	$3{,}_{2874} - 0{,}_{2938}$
11	$2{,}_{5089}$	$2{,}_{6503}$	$3{,}_{2874} - 0{,}_{7371}$
13	$2{,}_{2374}$	$2{,}_{1175}$	$3{,}_{2874} - 1{,}_{1699}$
			Summa $2{,}_{5862}$.

Ueberträgt man diese Parabel auf die einzelnen Vertikalen, welche allerdings für die Lage der Axe im Wasserspiegel günstig gewählt waren, so ergiebt sich mit Bezug auf die frühere Anführung folgender Vergleich:

Tiefe	I. Vertikale gemess.	I. Vertikale berechn.	III. Vertikale gemess.	III. Vertikale berechn.	IV. Vertikale gemess.	IV. Vertikale berechn.	VII. Vertikale gemess.	VII. Vertikale berechn.
Fufs	Fufs		Fufs		Fufs		Fufs	
3,3 Axe	—	2,232	—	3,685	—	3,669	—	3,326
1	2,287	2,166	3,887	3,619	3,659	3,603	3,544	3,260
3	2,172	2,217	3,544	3,671	3,659	3,658	3,201	3,312
5	2,058	2,196	3,659	3,649	3,544	3,633	3,316	3,290
7	2,058	2,062	3,316	3,415	3,544	3,499	2,973	3,156
9	1,944	1,838	3,430	3,291	3,316	3,275	2,973	2,933
11	1,601	1,495	2,744	2,948	2,858	2,932	2,630	2,588
13	0,915	1,062	2,630	2,515	2,515	2,499	2,058	2,156

Beide Berechnungen, mit den Beobachtungen verglichen, ergeben, dafs mit der einfacheren Formel 8, mit der jetzigen Parabel 19 Bestimmungen den Beobachtungen am nächsten liegen, dafs also die letzte Formel wirklich genauere Werthe liefert und demgemäfs den Beobachtungen in Profil 253 am meisten entspricht.

Die zahlreichen Geschwindigkeits-Messungen bei gleichem Wasserstande lassen nun aber auch die Untersuchung und Frage zu, „ob die Parameter der Vertikal-Parabeln des einen Profils gleich, oder in welchem Verhält-

Digitized by Google

nisse sie zu den Parametern der andern Profile desselben Wasserstandes stehen?“

Im vorliegenden Falle sind es 18 Profile bei dem Wasserstande von 5′ 8″ am Torgauer Pegel, welche dem Wasserstande des betrachteten entsprechen. Und es ist daher nur nöthig, die Vertikalcurven nach Simpson zu ermitteln und zunächst diese zu vergleichen, da dann die Einzel-Vertikalen diesen Vergleich ebenfalls aushalten müssen.

Es sind dies die Profile von 227 bis 263 auf einer Stromlänge von 2195 Ruthen und mögen die bedeutendsten hier erwähnt werden.

Der Vergleich findet nur mit der letztentwickelten Formel statt, da die Berechnung nach der ersten Formel in der That gröfsere Differenzen und jetzt die gröfste Abweichung nur 9 %, also im Durchschnitt nur 4 % ergiebt.

Hierbei ist die Axenlage nur oberflächlich festgestellt, also entweder den Beobachtungen entsprechend im Wasserspiegel oder unterm Wasserspiegel. Eine genaue Ermittelung der Axenlage für jeden Fall würde selbstverständlich für den Vergleich noch günstiger ausgefallen sein.

Profil 227 aus 11 Vertikalen.

Tiefe	Geschwindigkeit gemessen	berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	
0	—	3,771	Axe
1	3,807	3,759	
3	3,571	3,659	
5	3,460	3,460	
7	3,201	3,161	

Profil 229 aus 9 Vertikalen.

Tiefe	Geschwindigkeit gemessen	berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	
0	—	3,593	Axe
1	3,602	3,581	
3	3,459	3,481	
5	3,211	3,282	
7	3,054	2,983	

Profil 231 aus 5 Vertikalen.

Tiefe	Geschwindigkeit gemessen	berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	
1,3	Max.Geschw.	3,575	Axe
1	3,586	3,561	
3	3,478	3,539	
5	3,478	3,405	
7	3,211	3,181	
9	2,849	2,838	

Profil 235 aus 8 Vertikalen.

Tiefe	Geschwindigkeit gemessen	berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	
0	—	3,505	
1	3,646	3,504	Axe
3	3,344	3,505	
5	3,144	3,355	
7	2,973	3,106	
9	2,868	2,758	
11	2,410	2,310	

Profil 241 mit 5 Vertikalen.

Tiefe	Geschwindigkeit gemessen	berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	
1	2,992	2,965	
3	3,068	2,918	
3,5	—	2,931	Axe
5	2,858	2,896	
7	2,535	2,761	
9	2,430	2,638	
11	2,296	2,194	

Profil 243 aus 7 Vertikalen.

Tiefe	Geschwindigkeit gemessen	berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	
0	—	3,642	Axe
1	3,602	3,630	
3	3,525	3,530	
5	3,358	3,331	
7	3,093	3,032	
9	2,677	2,634	

Profil 251 aus 5 Vertikalen.

Tiefe	Geschwindigkeit gemessen	berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	
1	3,325	3,315	
3	3,392	3,368	
3,3	—	3,381	Axe
5	3,268	3,246	
7	3,135	3,211	
9	2,954	2,968	
11	2,773	2,644	
13	2,344	2,211	

Profil 259 aus 7 Vertikalen.

Tiefe	Geschwindigkeit gemessen	berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	
0	—	3,635	Axe
1	3,524	3,623	
3	3,792	3,728	
5	3,665	3,624	
7	3,017	3,235	

Profil 261 aus 7 Vertikalen.

Tiefe	Geschwindigkeit gemessen	berechnet	
Fufs	Fufs	Fufs	
0	—	3,442	Axe
1	3,366	3,430	
3	3,360	3,330	
5	3,162	3,121	
7	2,833	2,822	

Ein Vergleich mit der ersten Formel, wonach die Maximal-Geschwindigkeit als im Wasserspiegel liegend angenommen, fällt nicht so günstig aus; sowohl die Summe der Quadrate der Differenzen, als einzelne gröfste Differenzen sind gröfser (letztere bis 11 % Abweichung) als nach der letzt entwickelten Formel. Es geht daraus die zu beachtende Regel hervor, in allen theoretischen Untersuchungen diese erschöpfend zu unternehmen, da scheinbar begründete Annahmen leicht zu weniger richtigen Schlufsfolgerungen führen können.*)

Bei der Abweichung gegen die Berechnung von etwa 4 % darf man jetzt in der That die Annahme für begründet halten, dafs

bei ein und demselben Wasserstande einer Flufsstrecke ohne Wasserzuflufs die Vertikalparabeln aller Profile demselben Parameter unterliegen.

Diese Folgerung, welche nunmehr gestatten würde, für das zugehörige Durchschnittsprofil die Vertheilung der Geschwindigkeiten nach den Vertikalen nutzbar zu machen, ist jedenfalls so wichtig, dafs weitere Untersuchungen in anderen Flüssen nach dieser Richtung und nach genauer Ermittelung der Instrumentenformel anzurathen sind.

Liegen endlich die Geschwindigkeiten einer Vertikale in den verschiedenen Tiefen in einer Parabel, so läfst sich für jede Vertikale auch die mittlere Geschwindigkeit entwickeln.

Von der allgemeinsten Vertikalparabel mit der gröfsten Geschwindigkeit unter Wasser ausgehend, ist:

$$C = {}^1/_3\,(2c_m + c_1) + s\,\frac{(c_m - c_1)}{3\,t_m}$$

und liegt die gröfste Geschwindigkeit im Wasserspiegel, dann ist $s = 0$; es wird also

$$C = {}^1/_3\,(2c_m + c_1).$$

Dieses ist die Formel, welche namentlich für die Elbmessungen gilt, da diese im freien Strome vorgenommen wurden und nur geringe Stauungen vereinzelt nachweisen.

Die mittlere Profilgeschwindigkeit würde sich danach ergeben, wenn jede mittlere Vertikalgeschwindigkeit mit der zugehörigen Breite und Tiefe multiplicirt würde und so die sämmtlichen Producte addirt und durch die ganze Profilfläche dividirt würden.

Aber wie auch die Saale-, Unstrut- und Odermessungen nach der Zeitschrift des Hannöverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins 1870, läfst sich die mittlere Profilgeschwin-

*) Wenn ich in der Zeitschrift des Hannöverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins 1873 im Elbprofil 251 die Axe und gröfste Geschwindigkeit in den Wasserspiegel legte, so ist dies nach vorstehender Auseinandersetzung nicht ganz richtig gewesen. Es geht aber daraus hervor, dafs wenn die Theorie der senkrechten Axe dieser Annahme gegenüber nicht Stand halten konnte, dies bei genauer Feststellung der Lage der wagerechten Axe noch weniger der Fall gewesen sein würde.

Digitized by Google

digkeit schon sicher angenähert ermitteln, wenn die Formel

$$C = {}^1/_3 (2 c_m + c_1)$$

in der Weise einfach zu Grunde gelegt wird, dafs c_m aus allen Wasserspiegelgeschwindigkeiten (resp. $0{,}2^m$ unter Wasser) und ebenso c_1 aus den Flufsbodengeschwindigkeiten (resp. $0{,}2^m$ bis 3^m überm Flufsboden) nach Simpson gemittelt in die Formel eingesetzt werden.

Das Ergebnifs wird dabei nicht nachtheilig verändert, wenn z. B. c_m aus 21 und c_1 aus nur 5 Beobachtungen entwickelt wird.

7. Die Horizontalgeschwindigkeits-Curven.

Es ist zum Schlusse der vorstehenden Betrachtungen noch etwas über die Horizontalgeschwindigkeits-Curven zu sagen.

Wie dies die amerikanischen Untersuchungen am Mississippi, so wie die an Saale und Unstrut ergeben, ist auch in der Zunahme der Geschwindigkeiten vom Ufer aus in derselben horizontalen Wasserschicht zu der gröfsten Geschwindigkeit hin ein Gesetz anzunehmen.

Da diese Zunahme aber durch den Stromstrich und die Bettbildung bedingt erscheint, so ist es nicht unerklärlich, dafs bei unregelmäfsigem Bett die Zunahme der Geschwindigkeit oft nicht regelmäfsig erscheint.

Zunächst liegt der Stromstrich, der die gröfste Geschwindigkeit enthält, meist nicht in der Mitte des Profils; die Zunahme der Geschwindigkeit ist also von dem einen Ufer zum Stromstrich nicht wie die vom andern Ufer zu demselben Punkt. Alsdann ist aber bei unregelmäfsiger Gestaltung des Bettes jede Zunahme einer Aenderung ausgesetzt, welche das gesuchte Gesetz verdunkelt. Die erste Beobachtung der verschiedenen Lage des Stromstriches führt jedoch zu der Vermuthung, dafs wegen der langsameren Zunahme der Geschwindigkeiten auf dem längeren Arme zum Stromstrich gegen die Zunahme auf dem kürzeren Arme, die Axe der Curve, welche die Geschwindigkeitsgröfsen erkennen lassen, schräg liege, da sonst beide Curven nicht zu einer Curve und Axe gehörig angesehen werden können. Diese Folgerung ist auch rechnungsmäfsig in den Saale-Messungen nachzuweisen gewesen und diese Folgerung ist es auch, die die Horizontalgeschwindigkeits-Curven der Elbe erkennen lassen.

Da die Berechnung der Horizontalparabeln wegen der Unzulänglichkeit der Logarithmentafeln mit einigen Schwierigkeiten verknüpft ist, so führe ich nur einige Zusammenstellungen nach Simpson auf, um das parabolische Gesetz annähernd ersehen zu lassen, und behalte mir eine eingehendere Betrachtung vor, welche möglicherweise zur Entwickelung der richtigen Vertheilung der Geschwindigkeiten im Durchschnittsprofil führen wird.

Hiernach lassen sich folgende Horizontal-Geschwindigkeiten aus den Aufnahmen nachweisen.

Krümmungsprofil 251 aus 7 Horizontalen von 2 zu 2 Fufs Tiefe bis 13 Fufs unter Wasser nach Simpson gemittelt; von der zweiten Vertikale des linken Ufers an in 24 Fufs Entfernung zum rechten Ufer zu

$2{,}725 \cdot \quad 3{,}292 \cdot \quad 3{,}163 \cdot \quad 3{,}030 \cdot \quad 2{,}979 \cdot \quad 2{,}699 \cdot$

Krümmungsprofil 241 aus 5 Horizontalen bis 9 Fufs unter Wasser von der 13ten Vertikale des linken Ufers an

$3{,}030 \cdot \quad 3{,}059 \cdot \quad 3{,}134 \quad 3{,}037 \cdot \quad 2{,}982 \cdot \quad 2{,}268 \cdot$

Uebergangsprofil 249 aus 3 Horizontalen bis 5 Fufs Tiefe von der dritten Vertikale des linken Ufers an, dessen ganze Tiefe auf 42 Ruthen nur zwischen 6 — 7 Fufs schwankt.

$2{,}477 \cdot \quad 2{,}439 \cdot \quad 2{,}436 \cdot \quad 2{,}401 \cdot \quad 2{,}667 \cdot \quad 2{,}420 \cdot \quad 2{,}687 \cdot \quad 2{,}362 \cdot$
$2{,}668 \cdot \quad 2{,}763 \cdot \quad 2{,}743 \cdot \quad 1{,}858 \cdot \quad 2{,}861 \cdot \quad 2{,}668 \cdot \quad 2{,}888 \cdot \quad 2{,}991 \cdot$
$2{,}820 \cdot \quad 2{,}820 \cdot \quad 2{,}878 \cdot \quad 3{,}049 \cdot \quad 3{,}030 \cdot$

Ungeachtet der fast gleichen Tiefe auf 40 Ruthen nimmt also doch die Geschwindigkeit nach einer Uferseite zu, was darin seine Erklärung finden mag, dafs die Verbindung der Schläuche der ober- und unterhalb liegenden Krümmungen nicht senkrecht zu dem Querschnitt liegt. Es liegt also auch hier die Axe der Horizontalparabel schräg, wie dies noch deutlicher bei den Krümmungsprofilen hervortritt.

In dem Krümmungsprofil 253, für welches der Parameter bestimmt wurde, ist aus 7 Horizontalen von der ersten Vertikale an in 24 Fufs Entfernung nach dem rechten Ufer zu bis 13 Fufs Tiefe beobachtet worden nach Simpson

$1{,}918 \cdot \quad 2{,}920 \cdot \quad 3{,}284 \cdot \quad 3{,}241 \cdot \quad 2{,}780 \cdot \quad 3{,}240 \cdot \quad 2{,}956 \cdot$

In dieser ist nur die fünfte Vertikale erheblich abweichend.

Eine weitere Aufführung dürfte zwecklos sein. In Bezug auf die theoretische Entwickelung ist auf die Zeitschrift des Hannöverschen Ingenieur- und Architekten-Vereins Jahrgang 1870, Seite 218 u. ff. zu verweisen.

Schlufsbemerkungen.

Von der Untersuchung einer der Horizontalgeschwindigkeits-Curven hängt es ab, auch hier, wie bei den Saale-Messungen, den Nachweis zu führen, dafs alle Horizontalgeschwindigkeits-Curven in demselben Profile desselben Wasserstandes demselben Parameter und der gefundenen Axenlage unterliegen.

Ob dieser Parameter durch alle Horizontalgeschwindigkeits-Curven der übrigen Profile desselben Wasserstandes geht, würde aber nicht wie bei der Vertikalgeschwindigkeits-Curve indirect, sondern direct durch specielle Berechnung zu führen sein, da bei jedem Profil der Winkel, den die Axe macht, sich ändert.

Aendert sich dabei auch der Parameter, so hängt dies möglicher Weise mit dem Krümmungsradius des Flufslaufes zusammen. Lassen sich einfache oder verwickelte Beziehungen herleiten, so wird man in der Lage sein, diese auf das symmetrische Durchschnittsprofil zu übertragen und danach das Gesetz der Abnahme der Wasserspiegel- und tiefer liegenden Geschwindigkeiten von der Mitte resp. vom Stromstrich nach den Ufern zu festzustellen.

Gleichwohl wird es, wie bei der Vertikalgeschwindigkeits-Curve, nur möglich sein, die Differenz der einzelnen Geschwindigkeiten nach ihrer Lage zur gröfsten Geschwindigkeit zu entwickeln, ohne dafs man den absoluten Werth der gröfsten Geschwindigkeiten selbst kennt; es geht dies schon aus den Formeln für beide Curven hervor.

Die Auffindung desselben macht indefs alsdann keine grofsen Schwierigkeiten, insofern nach dem Wassermassengesetz die Wassermasse hier bei 5′ 8″ am Pegel bekannt ist und nach Abzug des Inhaltes der parabolischen Calotte die kleinste Flufsboden- oder Ufergeschwindigkeit und somit die übrige Geschwindigkeit nach ihrem absoluten Werthe sich unschwer berechnen lassen.

Digitized by Google

Die Elbmessungen weisen aber aufserdem eine grofse Menge Messungen sowohl bei ein und demselben Wasserstande, als auch über verschiedene Wasserstände nach.

Werden daher in ähnlicher Weise die Werthe der Vertikal- und Horizontalparabel-Parameter für die übrigen Wasserstände derselben Strecke entwickelt, so darf gefolgert werden, dafs alsdann auch die Gesetze der Zu- oder Abnahme der Parameter für jede Curve sich werden feststellen lassen.

Für eine eingehende Kenntnifs der früheren Elbeverhältnisse würde es endlich noch erwünscht sein, aufser dem Gesetze der relativen Dauer der Wasserstände bei Torgau noch die Gesetze der absoluten Dauer der Ueberschreitungen der einzelnen Wasserstände (von Fufs zu Fufs) und von der Häufigkeit dieser Ueberschreitungen im Jahre kennen zu lernen. Dafs die Kenntnifs aller dieser Gesetze einen mehr als blos historischen Werth hat, läfst sich z. B. insofern für das Durchschnittsprofil nachweisen, als die Auffindung des jetzigen Durchschnittsprofils derselben Strecke die Frage erörtern liefs, ob das Bett der Elbe sich seitdem gesenkt oder gehoben und ob die Anlage der Deiche eine Veränderung des Parameters nach sich gezogen hat.

Immerhin läfst die bisherige Betrachtung erkennen, dafs die Verhältnisse eines Stromes einer Reihe einfacher Naturgesetze unterworfen sind, welche gleichwohl eine grofse Freiheit in bestimmten, ebenfalls in gesetzliche Form zu bringenden Grenzen zulassen. Es wird hierdurch das Mittel gegeben, diese Verhältnisse nach erlangter Kenntnifs für jede eigenthümliche Strecke zu ordnen, in das Strominventarium systematisch aufzunehmen und dem eintretenden Wasserbaubeamten statt unklarer Vorstellungen eine Fülle von Resultaten darzubieten, welche er im Laufe seiner Verwaltung sich durch blofse Erfahrung niemals verschaffen kann.

Sasse.

Resultate der Pegelbeobachtungen am Rheinpegel zu Cöln in den Jahren 1817 bis 1873.

Der Wasser-Baudirector Grebenau hat in seiner in diesem Jahre herausgegebenen Broschüre „Resultate der Pegelbeobachtungen an den elsafs-lothringischen Flüssen Rhein und Mosel von 1807 bis incl. 1872“ aus tabellarischen Zusammenstellungen 7 sogenannte Wasserstands-Fixpunkte ermittelt, die zur Beurtheilung mannigfacher Verhältnisse von Wichtigkeit sein dürften.

Schon im Jahre 1873 hatte Unterzeichneter, angeregt durch die von dem Kaiserlichen Oberpräsidium zu Strafsburg herausgegebene Karte „Längenprofil des Thalwegs des Rheins von der Kehler Schiffbrücke bis zur elsafs-bayerischen Grenze“ nebst Wasserstands-Curven und Beschreibung, das Material gesammelt, um zunächst für den Rheinpegel zu Cöln aus den vorhandenen Pegeltabellen ähnliche Ermittelungen in Betreff der 7 Wasserstands-Fixpunkte anzustellen.

Es wurde der Pegel zu Cöln deshalb zunächst gewählt, weil daselbst das Bett des Rheines ein sehr regelmäfsig ausgebildetes Profil hat, sein Steigen und Fallen daher nicht durch Austreten aus dem Bette oder durch abnorme Breitenbeschränkung in den niedrigeren Lagen beeinflufst wird, auch kein bedeutenderer Nebenflufs in der Nähe, ober- oder unterhalb mit seinem höheren oder niedrigeren Wasserstande auf ihn einwirkt, wie es bei dem von dem Wasserstande der Mosel so sehr abhängigen Pegel zu Coblenz der Fall ist, welcher letztere z. B. vom 20. bis 21. Januar 1873 durch das starke Anschwellen der Mosel von $+ 2{,}_{21}$ auf $4{,}_{21}$ m, also um $1{,}_{9}$ m stieg, während die Rheinpegel zu Bacharach und Bingen in derselben Zeit ein Fallen des Wassers um $0{,}_{10}$ m resp. $0{,}_{09}$ m anzeigten.

Den nachfolgenden Ermittelungen sind die Wasserstände am Pegel zu Cöln in den 57 Jahren 1817 bis 1873 zu Grunde gelegt worden, da zu Anfange des erstgenannten Jahres der jetzt noch vorhandene und beobachtete Pegel zu Cöln mit gegen früher veränderter Lage seines Nullpunktes auf $35{,}_{844}$ m über Amsterdamer Pegel gesetzt wurde.

Zur besseren Vergleichung der hierbei gewonnenen Resultate sollen die Ermittelungen in derselben Reihenfolge angestellt werden, wie dies in der oben genannten Broschüre des Wasser-Baudirectors Grebenau geschehen ist.

In der nachstehenden Tabelle sind deshalb die mittleren Monatswasserstände der Jahre 1871 bis 1873 vom Pegel zu Cöln zusammengestellt und daraus einerseits die mittleren Jahreswasserstände der einzelnen 57 Jahre, andererseits die mittleren Monatswasserstände aus allen 57 Jahren, und endlich das arithmetische Mittel aus diesen genannten mittleren Wasserständen berechnet worden.

Aus dieser Tabelle (S. 369. 370) ergiebt sich, dafs die niedrigsten mittleren Monatswasserstände in den Wintermonaten October, December, Januar und Februar eingetreten sind, und zwar

1858	im Januar	$0{,}_{60}$ m	(Minimum),
1858	- Februar	$0{,}_{76}$ m,	
1857	- December	$0{,}_{90}$ m,	
1848	- Januar	$0{,}_{94}$ m,	
1865	- October	$0{,}_{95}$ m,	
1853	- December	$0{,}_{99}$ m,	
1871	- December	$1{,}_{07}$ m.	

Die höchsten mittleren Monatswasserstände sind ebenfalls in den Wintermonaten und zwar im November bis einschliefslich März eingetreten, nämlich

1824	im November	$7{,}_{24}$ m	(Maximum),
1834	- Januar	$6{,}_{98}$ m,	
1850	- Februar	$6{,}_{80}$ m,	
1827	- März	$6{,}_{09}$ m,	
1833	- December	$5{,}_{96}$ m	etc.,

während die höchsten mittleren Monatswasserstände am Pegel zu Strafsburg in den Sommermonaten Juni, Juli und August resp. zur Zeit der Alpenschneeschmelze eintreten. Dafs letztere aber auch noch auf den Rheinwasserstand bei Cöln einwirkt, wird weiter unten nachgewiesen werden.

Der höchste eisfreie Hochwasserstand in dem 57jährigen Zeitraume trat am Pegel zu Cöln den 31. März 1845 mit $+ 9{,}_{87}$ m ein; er fällt also noch in die Winterperiode, wenn auch nicht in den November, der den höchsten mittleren Monatswasserstand anzeigt, während der absolut höchste Wasserstand am Pegel zu Strafsburg von $+ 4{,}_{24}$ m am 19/20. September 1852 ganz aufserhalb der dortigen mittleren Hochwasserperiode eingetreten ist.

Als höchste bekannte Wasserstände am Pegel zu Cöln aus früheren Jahrhunderten sollen hier noch angeführt werden der

am 28. Februar 1784 von $+ 12{,}_{55}$ m,

Digitized by Google

Zusammenstellung

der mittleren Monats-Wasserstände des Rheins bei Cöln von 1817 bis 1873.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Summa der Monatsmittel	Mittlere Jahres-Wasserstände	
	Meter														
1817	4,63	3,82	5,41	3,17	3,37	4,13	4,42	3,61	2,98	2,85	2,09	2,43	42,91	3,58	
1818	2,96	3,71	5,00	3,32	4,19	2,46	2,07	1,99	2,08	2,22	1,41	1,13	32,55	2,71	
1819	1,57	2,72	2,82	2,17	1,54	2,23	2,64	2,30	1,73	1,41	2,85	4,05	27,45	2,29	
1820	4,47	2,69	2,30	2,25	1,70	2,75	2,54	2,56	2,04	2,20	2,28	2,22	29,97	2,50	
1821	3,56	1,54	4,03	3,30	2,93	2,88	2,75	3,64	3,82	2,80	2,30	4,05	37,60	3,13	
1822	3,69	3,22	2,80	2,49	2,30	1,96	1,86	2,09	2,07	1,67	1,30	1,33	26,88	2,24	
1823	1,13	4,19	3,87	2,93	2,62	2,85	3,11	2,96	2,04	2,04	1,70	2,41	32,45	2,70	
1824	3,09	2,49	2,62	2,77	4,37	3,92	3,77	3,30	3,17	[1] 7,24	5,15	44,77	3,73	1) 7,24 Maximalstand.	
1825	3,69	2,90	2,77	2,25	2,15	2,33	2,30	2,56	2,25	2,07	3,90	4,29	33,46	2,79	
1826	2,20	2,85	2,35	1,70	2,17	2,77	2,49	2,41	1,78	1,62	1,91	2,59	26,84	2,24	
1827	3,06	1,54	6,09	3,82	3,69	3,61	2,85	2,30	2,07	1,70	2,85	3,85	37,43	3,12	
1828	4,21	3,27	3,03	3,56	2,98	2,56	3,01	3,53	2,85	2,09	1,54	2,53	34,96	2,91	
1829	1,62	2,59	2,62	2,77	2,93	2,30	3,09	2,88	4,24	4,26	3,53	2,17	35,00	2,92	
1830	1,54	3,28	3,32	3,90	2,85	3,30	4,26	2,90	2,75	2,43	2,28	1,99	35,50	2,96	
1831	2,07	3,22	5,62	2,85	3,24	4,58	4,50	3,74	4,21	2,53	3,43	3,92	43,71	3,64	
1832	3,27	1,96	1,99	1,67	1,88	2,23	2,12	1,65	1,62	1,10	1,75	3,09	24,35	2,03	
1833	1,31	3,92	2,69	3,40	2,83	2,46	2,47	2,33	2,77	2,35	2,25	5,96	34,94	2,91	
1834	6,38	3,22	1,99	1,78	1,99	2,12	2,15	1,91	1,75	1,39	1,75	1,60	28,03	2,34	
1835	1,96	2,64	3,51	2,28	3,01	2,77	2,17	1,94	2,01	2,28	1,70	1,73	28,00	2,33	
1836	2,64	2,88	3,87	3,64	2,62	2,59	2,30	1,75	2,25	2,33	3,19	5,70	35,76	2,98	
1837	3,61	3,27	2,67	2,90	3,40	3,43	3,24	3,03	3,06	1,81	3,53	3,69	37,64	3,14	
1838	2,35	4,47	4,24	2,83	2,75	3,90	3,01	2,38	2,46	2,01	2,88	2,93	36,21	3,02	
1839	3,96	4,34	3,92	3,45	3,17	3,30	2,70	2,12	2,35	2,17	1,54	2,93	35,95	3,00	
1840	4,05	3,82	1,70	1,62	1,99	2,38	2,51	2,59	2,38	2,51	4,89	2,85	32,79	2,73	
1841	3,57	3,14	3,35	2,56	2,15	2,90	3,38	2,83	2,30	3,74	3,48	4,84	38,34	3,20	
1842	2,35	1,78	3,20	3,61	2,22	2,20	2,04	2,04	1,73	1,54	2,73	2,20	27,89	2,32	
1843	3,69	4,13	2,69	2,83	3,22	4,19	3,92	3,76	2,43	3,48	3,30	2,59	40,31	3,36	
1844	2,28	3,30	5,60	3,82	2,93	2,54	3,22	3,71	2,83	3,19	3,53	2,25	39,20	3,27	
1845	1,70	1,26	3,10	4,84	2,88	4,16	3,41	3,62	2,50	2,63	2,26	4,36	36,52	3,07	
1846	4,75	5,28	3,69	4,81	3,56	3,03	2,83	2,54	2,85	2,20	1,88	2,90	39,42	3,32	
1847	2,41	4,20	2,22	4,37	3,60	3,20	2,93	3,03	3,06	2,30	1,73	1,91	35,05	2,92	
1848	0,84	3,53	5,07	4,39	2,90	2,56	2,80	2,22	1,91	1,75	2,93	2,46	33,49	2,79	
1849	3,56	2,69	2,77	2,51	3,24	3,69	2,90	2,20	1,57	2,01	1,94	3,06	32,16	2,68	
1850	2,12	6,20	2,69	3,27	2,69	3,24	3,17	3,19	2,09	2,56	2,72	3,32	37,26	3,11	
1851	2,80	2,20	2,85	4,35	3,71	2,96	3,11	4,55	3,92	3,19	2,43	2,51	39,44	3,29	
1852	3,24	4,39	2,54	2,95	2,30	3,11	2,86	3,70	3,85	3,48	3,49	3,24	38,56	3,21	
1853	4,05	2,48	2,80	4,62	3,87	4,42	4,21	2,85	2,59	2,46	1,62	0,90	36,77	3,06	
1854	1,57	3,17	2,59	1,83	2,80	2,98	3,82	3,14	1,94	1,57	2,15	5,07	32,63	2,72	
1855	3,07	2,88	5,10	3,71	2,99	3,57	3,74	3,37	2,72	2,62	2,12	1,88	37,77	3,15	
1856	3,06	3,24	1,88	2,28	3,95	4,68	3,19	2,51	2,51	2,43	2,18	3,52	35,43	2,95	
1857	3,01	1,75	2,05	2,47	2,22	2,73	2,12	1,96	1,65	1,28	1,02	0,90	23,16	1,93	
1858	[2] 0,60	0,76	1,39	2,51	2,33	2,31	1,95	2,16	2,09	1,76	1,68	1,99	21,53	1,79	2) 0,60 Minimalstand.
1859	1,91	2,66	2,25	3,17	3,58	3,51	2,47	1,89	1,68	1,32	2,41	2,71	29,54	2,46	
1860	3,96	3,35	4,30	4,32	3,20	3,69	2,90	3,40	4,01	4,20	2,57	2,83	42,73	3,56	
1861	3,59	2,94	3,86	2,88	2,12	2,66	3,11	2,44	1,79	1,80	2,20	2,70	32,08	2,67	
1862	2,84	4,50	2,17	2,01	1,96	2,15	2,72	2,24	2,39	2,17	2,10	2,31	29,26	2,49	
1863	3,23	2,64	2,35	2,57	2,35	2,78	2,42	1,93	2,43	2,37	2,84	2,63	30,24	2,52	
1864	1,99	2,54	2,93	2,24	2,17	3,09	3,02	2,30	1,96	1,31	1,34	1,12	26,61	2,20	
1865	2,08	3,20	2,81	3,45	2,45	1,84	1,67	2,29	1,89	0,95	1,60	1,26	25,49	2,12	
1866	2,07	4,16	3,11	3,35	2,99	2,56	2,54	3,53	3,33	1,96	2,20	4,06	35,66	2,96	
1867	4,93	5,88	4,25	5,44	4,11	3,80	3,52	2,44	2,26	2,60	2,11	3,01	44,37	3,70	3) 2,83 — arithmetisch mittlerer Wasserstand aus 57 Jahren.
1868	2,62	3,10	3,46	3,04	3,71	3,20	2,50	2,20	1,55	2,60	2,31	3,53	33,62	2,80	
1869	3,71	3,07	2,84	2,33	2,77	2,90	2,53	2,60	1,93	1,62	2,58	4,49	33,73	2,81	
1870	3,27	1,55	3,16	2,06	1,94	1,99	1,80	2,41	2,46	2,43	4,63	3,82	31,32	2,61	
1871	2,30	3,53	2,89	3,11	3,51	2,91	4,01	3,03	2,01	2,54	1,45	1,07	32,16	2,68	
1872	2,29	1,74	2,47	2,56	3,11	4,45	3,07	3,08	2,25	2,20	3,88	4,89	35,80	2,98	
1873	3,12	2,31	4,25	2,85	3,16	3,29	3,12	2,60	2,59	2,21	1,90	2,13	33,66	2,81	
Summa 1817 — 1873	166,42	178,73	183,17	173,48	164,25	173,43	165,55	154,08	139,83	130,48	142,90	166,31	1937,65	161,56	
Mittel	2,92	3,14	3,21	3,04	2,88	3,04	2,90	2,70	2,45	2,27	2,51	2,92	33,99	2,83 [3]	

am 12. März 1658 von $+11{,}95^{m}$,
- 30. Juni 1651 - $+11{,}09^{m}$,
- 10. Mai 1594 - $+10{,}81^{m}$.

Der absolut niedrigste Wasserstand des Rheins am Pegel zu Cöln war der am 31. December 1853 mit $+0{,}09^{m}$, Treibeis; diesem nahe standen der

am 1. Januar 1854 mit $0{,}18^{m}$, Treibeis;
- 28. December 1864 - $0{,}18^{m}$, dito;
- am 29/30. Januar 1858 mit $0{,}21^{m}$, Treibeis;
- 25. December 1822 - $0{,}24^{m}$, wenig Eis;
- 25. Januar 1829 - $0{,}45^{m}$, dito;
- 30. December 1830 - $0{,}52^{m}$, dito;
- 16. Januar 1848 - $0{,}52^{m}$, Treibeis;
- 2. Januar 1823 - $0{,}55^{m}$, viel Eis;
- 1. Januar 1830 - $0{,}55^{m}$, wenig Eis;
- 16. Februar 1845 - $0{,}55^{m}$, wenig Eis;

Digitized by Google

am 21. October 1865 mit $0{,}_{77}$ m, eisfrei;
- 18. März 1845 - $0{,}_{99}$ m, wenig Eis;
- 15. November 1858 - $1{,}_{08}$ m, eisfrei.

Es war also in den Jahren 1817 bis 1873 am Pegel zu Cöln

der absolut höchste Wasserstand . . $+9{,}_{27}$ m,
- - niedrigste - . . $+0{,}_{09}$ m,
die Differenz daher . . $9{,}_{28}$ m,

während die Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten mittleren Monats-Wasserstande

$7{,}_{24} - 0{,}_{60} = 6{,}_{64}$ m betrug.

Die wasserreichsten der 57 Jahre waren

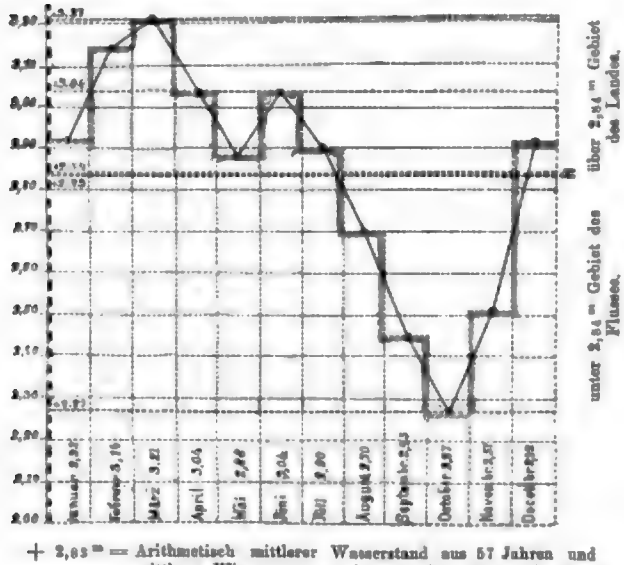
1824 mit $+3{,}_{73}$ m C. P. mittl. Jahres-Wasserstand,
1831 - $+3{,}_{64}$ m - - -
1817 - $+3{,}_{58}$ m - - -
1860 - $+3{,}_{58}$ m - - -
1843 - $+3{,}_{36}$ m - - -

Die wasserärmsten Jahre waren dagegen

1858 mit $+1{,}_{79}$ m C. P. mittl. Jahres-Wasserstand,
1857 - $+1{,}_{93}$ m - - -
1832 - $+2{,}_{03}$ m - - -
1865 - $+2{,}_{13}$ m - - -

Die Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten mittleren Jahres-Wasserstande der Periode betrug daher $3{,}_{73} - 1{,}_{79} = 1{,}_{94}$ m, war also nahezu $3{,}_{5}$ mal kleiner als die Differenz des Maximums und Minimums der mittleren Jahres-Wasserstände.

+ 12,55 m — Stand vom 28. Februar 1784.
+ 9,27 m — Absolut höchster eisfreier Stand in den Jahren 1817 bis 1873, vom 31. März 1845.
+ 3,31 m — Höchster Winterwasserstand des mittleren Rheins.
+ 3,04 m — Höchster Sommerwasserstand — mittlerer Junistand — Höhe der Buhnenkronen.
+ 2,34 m — Mittlerer Sommerwasserstand — Vegetationsgrenze — Grenze zwischen Fluss und Land.



+ 2,63 m — Arithmetisch mittlerer Wasserstand aus 57 Jahren und mittlerer Winterwasserstand — mittlerer Stand der Monate October bis März.
+ 2,27 m — Tiefster Winterwasserstand — mittlerer Octoberstand. Höhe der Bankette.
+ 0,77 m — Niedrigster eisfreier Stand vom 21. October 1865.
+ 0,09 m — Absolut niedrigster Stand in den Jahren 1817 bis 1873, vom 31. December 1858.
0 des Cölner Pegels liegt 35,644 m über 0 Amsterdamer Pegel.

Die vorstehend dargestellte Curve der gemittelten mittleren Monats-Wasserstände der Jahre 1817 bis 1873 giebt das mittlere Steigen und Fallen des Rheins bei Cöln während eines Jahres an und ist, nach Grebenau's Bezeichnung, die Wasserstands-Curve des mittleren Rheins bei Cöln.

Aus derselben geht hervor, dass derselbe hier seinen niedrigsten mittleren Monatsstand im October mit $2{,}_{27}$ m C. P., seinen höchsten mit $3{,}_{31}$ m C. P. im März hat. Während aber in der Curve das Wasser des mittleren Rheins vom October bis März resp. von $2{,}_{27}$ m bis $3{,}_{31}$ m, und zwar mit einem Stillstande im Januar, vorher stark, nachher schwächer steigt, ist das Fallen vom März bis October durch ein nochmaliges Steigen im Juni bis $+3{,}_{04}$ m unterbrochen, was, wie bei Strafsburg, so vielleicht auch hier durch die Alpenschneeschmelze bewirkt wird.

Es kann daher beim Pegel zu Cöln der mittlere Juni-Wasserstand des mittleren Rheins als höchster Sommer-Wasserstand betrachtet werden.

Aus der Figur ergiebt sich ferner als monatliches Maafs des Steigens und Fallens des mittleren Rheins bei Cöln im

Monat	Steigen	Fallen	
Februar	$0{,}_{22}$ m	—	
März	$0{,}_{07}$ m	—	
April	—	$0{,}_{17}$ m	
Mai	—	$0{,}_{16}$ m	
Juni	$0{,}_{16}$ m	—	
Juli	—	$0{,}_{14}$ m	
August	—	$0{,}_{20}$ m	
September	—	$0{,}_{25}$ m	Maximum
October	—	$0{,}_{19}$ m	
November	$0{,}_{24}$ m	—	
December	$0{,}_{43}$ m	—	Maximum
Januar	—	—	

Diese oben ermittelten höchsten und niedrigsten Monats-Wasserstände des mittleren Rheines dürften bei der Construction der Strombauwerke von Wichtigkeit und Einfluss sein. Dieselben erhielten bisher in der Höhe von $1{,}_{88}$ m am Pegel, rot. von 2 m, ein Bankett, auf welches sich das Pflaster der Böschungen aufsetzte; die Höhenlage der Buhnenkronen dagegen wurde auf $2{,}_{5}$ bis 3 m am Pegel angenommen.

Die Höhe von $1{,}_{88}$ resp. 2 m für die Bankette hatte schon oft den Nachtheil zur Folge, dass die Anlage des Pflasters der Wasserstände wegen hinausgeschoben werden musste und dasselbe dann nicht vor Eintritt des Frostes beendet werden konnte, ein Nachtheil, der bei der Lage der Bankette in der oben ermittelten Höhe des niedrigsten Monats-Wasserstandes des mittleren Rheines von $2{,}_{27}$ oder rot. $3{,}_{0}$ m der Wahrscheinlichkeit nach weniger oft eintreten würde. Die bisher übliche Höhenlage der Buhnenkrone von $2{,}_{88}$ resp. 3 m stimmt mit der ermittelten Höhe des Junistandes resp. des höchsten Sommer-Wasserstandes des mittleren Rheins von $3{,}_{04}$ m C. P. überein.

Die Tabelle ergiebt ferner als arithmetischen mittleren Wasserstand der Jahre 1817 bis 1873 $2{,}_{63}$ m C. P.; dieser Stand wird vom mittleren Flusse gegen Mitte Juli und Ende November erreicht. Ferner ist der mittlere Winter-Wasserstand des mittleren Flusses vom October bis März ebenfalls $2{,}_{63}$ m, der mittlere Sommer-Wasserstand vom April bis September dagegen $2{,}_{64}$ m, so dass also die mittleren Winter- und Sommer-Wasserstände mit dem arithmetisch mittleren

Digitized by Google

Wasserstande übereinstimmen, während sie beim Pegel zu Strafsburg bedeutend differiren.

Als Vegetationsgrenze resp. als Grenze zwischen Wasser und Land würde zugleich der mittlere Sommer-Wasserstand von $2{,}_{84}$ m C. P. betrachtet werden können.

Die 7 Wasserstands-Fixpunkte des Pegels zu Cöln sind demnach:

A. Niedrigster Stand.

1) a. Der absolut niedrigste Stand vom 31. December 1853 . . . . . $0{,}_{09}$ m C. P.
   b. Der niedrigste eisfreie Stand vom 21. October 1865 . . . . . $0{,}_{77}$ m -

B. Mittlere Wasserstände oder Wasserstände des mittleren Flusses von 1817—1873.

2) Der tiefste Winterwasserstand oder der mittlere Octoberstand . . . . . $2{,}_{27}$ m C. P.
3) Der mittlere Winterwasserstand der Monate October bis März . . . . . $2{,}_{93}$ m -
4) Der arithmetisch mittlere Wasserstand . . $3{,}_{23}$ m -
5) Der mittlere Sommer-Wasserstand der Monate April bis September, oder die Vegetationsgrenze, Grenze zwischen Flufs und Land . . . . . $2{,}_{84}$ m -
6) Der höchste Sommer-Wasserstand oder der mittlere Junistand . . . . . $3{,}_{04}$ m -

C. Höchster Wasserstand.

7) a. Der absolut höchste eisfreie Wasserstand vom 31. März 1845 . . . . . $9{,}_{37}$ m C. P.
   b. Der absolut höchste vor dem Jahre 1817 am 28. Februar 1784 . . . . . $12{,}_{55}$ m -

Während nun die vorerwähnten 7 Wasserstände für die Construction und Ausführung von Strombauwerken, für die Anlage von Deichen, sowie zur Entscheidung von Rechtsfragen in Betreff der Grenze zwischen Flufs und Land von Wichtigkeit sind, dürften anderweitige Ermittelungen über die durchschnittliche Häufigkeit des Vorkommens gewisser Wasserstände, so wie über die durchschnittliche Dauer derselben, wenn sie eintreten, Ermittelungen, wie sie Seitens des Regierungs- und Baurathes Sasse zu Merseburg schon in Anregung gebracht worden sind, von Interesse sein, zumal da die durch die Resultate dieser Ermittelungen gebildeten Curven von auffallender Regelmäfsigkeit sind.

Das Speciellere darüber soll einem späteren Aufsatze vorbehalten bleiben.

Coblenz, im März 1874. Kluge.

Ueber den Kohlenverkehr auf den Preufsischen Eisenbahnen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 63 und 64 im Atlas.)

(Das Uebersetzungsrecht bleibt vorbehalten.)

Vorbemerkung.

Der seit Beendigung des französischen Krieges eingetretene und voraussichtlich jetzt nur für kurze Zeit unterbrochene Aufschwung aller Zweige des Bergbaues, der Industrie und des Handels; die damit in engster Verbindung stehende, in ungewöhnlichem Maafse stattgefundene Zunahme des Verkehrs auf den meisten Preufsischen Eisenbahnen — eine Verkehrssteigerung, die sich, wie die beigegebene Statistik zeigt, vorzugsweise in einer alle Erwartungen übertreffenden Vermehrung des Kohlenverkehrs äufsert —; die grofsen Schwierigkeiten, selbst bei rechtzeitiger Beschaffung der Betriebsmittel, den Verkehr zu bewältigen, da es in so kurzer Zeit unmöglich ist, die Bahnhofsanlagen in gleichem Schritt mit der Zunahme des Verkehrs zu erweitern; die bei der Anlage wie bei der Erweiterung der Bahnhöfe immer mehr sich häufenden Hindernisse, für die Stationen, selbst bei Aufwendung der gröfsten Geldopfer, das erforderliche Terrain in günstiger Lage zu erwerben, während es andererseits in Folge der zunehmenden Concurrenz und der steigenden Transportkosten für den Strafsenverkehr immer wichtiger wird, günstig gelegene Stationen nicht nur beizubehalten, sondern, wenn irgend möglich, neu anzulegende Bahnhöfe den Verkehrsmittelpunkten so viel als irgend thunlich, zu nähern; die aufserordentliche Belastung, welche die Eisenbahnen durch die fortdauernde Erweiterung der Bahnhofs-Anlagen in Betreff der Erhöhung der Anlagekosten erleiden — eine Thatsache, die bereits bei einzelnen Bahnen die Rentabilität empfindlich beeinträchtigt hat — alle diese Gesichtspunkte, sowie die in neuester Zeit mit besonderer Schärfe hervortretende Nothwendigkeit: mit der Befriedigung der vorgenannten Anforderungen des Verkehrs gleichzeitig die Betriebskosten zu vermindern, weisen darauf hin, dafs in gleicher Weise, wie dies bei dem früher entwickelten Verkehr der englischen Eisenbahnen bereits geschehen ist, nunmehr auch für die Hauptverkehrslinien Preufsens der Zeitpunkt gekommen ist, der Frage näher zu treten: wie besonders für den so rapide steigenden Massenverkehr die Leistungsfähigkeit der Eisenbahnen unter entsprechender Ermäfsigung der Anlage- und Betriebskosten in wirksamer und nachhaltiger Weise zu erhöhen ist.

I. Ueberblick über den gegenwärtigen Zustand des Betriebes.

Bahnhofs-Anlagen im Allgemeinen.

Wie leicht zu ersehen ist, hängt die Lösung der vorerwähnten Frage in Betreff einer erhöhten und dauernden Leistungsfähigkeit der Eisenbahnen, wenn wir vorläufig davon absehen, ob dieselben 1-, 2- oder 4geleisig ausgeführt sind, in erster Reihe von der Leistungsfähigkeit der Bahnhöfe ab.

Theils aus der ersten Zeit des Eisenbahnwesens herrührend, in welcher weder Erfahrungen über die Anlage und Einrichtung der Bahnhöfe vorlagen, noch die Ausdehnung des Verkehrs, sowie die ganze Gestaltung des Betriebes sich im Voraus übersehen liefs, theils zwar in einer späteren Zeit, aber noch immer unter dem Einflufs derselben Anschauungen angelegt, die sich im Laufe der Zeit, gemäfs der allmäligen Entwickelung des Verkehrs und der noch wenig fühlbaren Steigerung des Bodenwerthes, sowie der Preise für Materialien und Löhne allgemein eingebürgert hatten, entspricht eine grofse Anzahl unserer vorhandenen Bahnhofs-Anlagen den so sehr gestiegenen Anforderungen des Verkehrs nicht mehr. Und wie grofs die daraus folgenden Nachtheile auch sein mögen, die sich, aufser hohen Betriebskosten der Bahnhofs-Anlagen, in einer geringen Leistungsfähigkeit derselben und dadurch in einem bei steigendem Verkehr rasch eintretenden Bedürfnifs, die Geleisanlagen zu erweitern, zeigen, es ist erklärlich, dafs diese Wahrnehmungen erst in neuester Zeit in ihrem vollen Umfange zur Erkenntnifs kommen, wo in Folge der aufserordentlichen Steigerung des Verkehrs,

Digitized by Google

sowie der Bau- und Betriebskosten und der dadurch hervorgerufenen Abnahme der Rentabilität der Eisenbahnen, die Nothwendigkeit zur größten Oekonomie drängt.

Das Programm, welches bisher bei der Projectirung größerer Bahnhofsanlagen zu Grunde gelegt wurde, bestand in seinen Grundzügen darin, daß alle Anlagen für den Personen-, Stückgut-, Kohlen- resp. Rohproducten-Verkehr in einem Bahnhof und zwar auf einem und demselben Niveau vereinigt wurden, und daß die Verbindung der Geleisanlagen ausschließlich durch Weichen und in Folge dessen der Rangirdienst ausschließlich durch Locomotiven geschah.

Das Programm, welches nach dem heutigen Stande der Technik bei der Anlage größerer Bahnhöfe wohl übereinstimmend als zweckmäßig anerkannt wird, steht dazu in starkem Gegensatz, indem man es nach den bisherigen Erfahrungen und insbesondere nach den auf den englischen Bahnen gemachten Wahrnehmungen nicht mehr als ein Bedürfniß ansieht, alle für den Personen- und Güterverkehr erforderlichen Anlagen in einem Bahnhof zu vereinigen, sondern in dieser Beziehung vorzugsweise die Lage und Ausdehnung des zu Gebote stehenden Terrains, sowie die Höhenverhältnisse desselben entscheiden läßt, und sofern diese beiden Gesichtspunkte nicht ganz besonders für eine Vereinigung aller Verkehrszweige in einen Bahnhof sprechen, einer Trennung der Personenstation von den Anlagen für den Güterverkehr den Vorzug geben, und in Betreff des letzteren wieder auf die Herstellung besonderer Anlagen für den Stückgut- und Rohproductenverkehr Bedacht nehmen wird.

Ebenso haben sich auch die Ansichten bereits dahin geklärt, daß sich für den Rangirdienst des Güterschuppenverkehrs die Anwendung von Drehscheiben und Schiebebühnen empfiehlt, und nur für den Massenverkehr das Rangiren mit Locomotiven zweckmäßig beizubehalten ist.

Wir haben uns in Nachstehendem darauf beschränkt, die Bahnhofs-Anlagen für den Kohlen- resp. Rohproducten-Verkehr zum Gegenstande der Besprechung zu machen, und können daher die Bahnhofs-Anlagen für den Personen- und Stückgut-Verkehr übergehen.

Personen-Bahnhöfe. Wir glauben dies in Betreff der Personenstationen um so eher thun zu können, als wir diesen Gegenstand bereits in der Schrift „über das englische Eisenbahnwesen“ so ausführlich besprochen haben, daß kaum noch wesentlich neue Gesichtspunkte aufzufinden sein werden. Nur der für den Personenverkehr bedeutsame Schritt, welcher in der am 29. October bis 1. November 1873 stattgefundenen Conferenz, behufs Berathung der zur Erhöhung der Sicherheit im Eisenbahnbetriebe zu ergreifenden Maaßregeln, durch Aufhebung des Coupirens der Billets während der Fahrt in Betreff einer Aenderung des bisherigen Verfahrens der Billetrevision angebahnt worden ist, dürfte um so mehr zu erwähnen sein, als bereits bei den Bahnhofsprojecten für die Berliner Ringbahn vorgesehen ist, an Stelle der Mittelperrons nur Seitenperrons anzulegen, welche durch Tunnels oder Ueberführungen mit dem Empfangsgebäude verbunden sind, um auf diese Weise eine zuverlässige Controle der Billets vor Antritt und nach Beendigung der Fahrt resp. beim Eingange in die Stationen und beim Ausgange aus denselben zu gewinnen — eine Einrichtung, die bei den französischen, englischen und bei einzelnen österreichischen Bahnen eingeführt und in besonders zweckmäßiger Weise bei den Underground Railways in London zur Anwendung gekommen ist. Wir zweifeln nicht, daß auch das Norddeutsche, bisher an diese Art der Billetcontrole nicht gewöhnte Publikum sich bald damit befreunden wird, und daß die dabei gewonnenen Erfahrungen die Einführung dieses Controlsystems auch weiteren Kreisen erschließen werden.

Güterbahnhöfe. Ebenso enthalten wir uns, hier auf die Bahnhofs-Anlagen für den Güterschuppen-Verkehr näher einzugehen, indem wir auch in dieser Beziehung auf die von uns gegebenen Mittheilungen über die Güterbahnhöfe in London verweisen, die für den Güterverkehr großer Städte viel Nachahmungswerthes bieten. So lange freilich in Deutschland allgemein gestattet wird, daß die einzelnen Versender und Empfänger ihre Güter nach den Güterschuppen bringen und von denselben abholen, daher den Eisenbahnen auch in großen Städten nicht die Möglichkeit gegeben ist, durch Uebernahme des gesammten Rollgeschäftes event. Ausführung desselben durch einen Unternehmer, alle ankommenden Güter ohne Verzug an die Empfänger abliefern, und ebenso die Heranfuhr sämmtlicher Güter in bestimmter Zeit bewirken zu können, wird es nicht zu vermeiden sein, daß die Güterböden gleichzeitig als Lagerräume für die nicht abgeholten Güter dienen, ihre jetzige übermäßige Breite behalten müssen, dadurch die Uebersicht und die Verladung der Güter erschwert und somit die wichtigste Reform verhindert wird, die der Eisenbahnbetrieb in dieser Beziehung erwartet.

Betriebsdienst.

Wenn wir demnächst einen flüchtigen Blick auf die Ausführung des Betriebes werfen, so glauben wir constatiren zu können, daß die wichtigsten Reformen, die auf diesem Gebiet als zweckmäßig anerkannt sind, ihrer allmäligen Verwirklichung entgegen gehen, und daß in dieser Beziehung die Ergebnisse der Seite 375 erwähnten Conferenzen zur Erhöhung der Sicherheit im Eisenbahnbetriebe auf die Beschleunigung dieser Reformen einen wesentlichen Einfluß ausüben werden.

Ueberhaupt läßt sich nicht verkennen, daß mit der großartigen Entwickelung des Verkehrs auch mehr und mehr die Wichtigkeit des Eisenbahnbetriebes und aller damit verbundenen Dienstzweige in den Vordergrund tritt. Werden auch die Vortheile der bei den Staatsbahnen und unter Staatsverwaltung stehenden Eisenbahnen wohl nunmehr allgemein getroffenen Organisation, daß, abgesehen von der Oberleitung (Ober-Betriebs-Inspection resp. Betriebstechnisches Büreau der Central-Direction) und außer den Bau- und Betriebs-Inspectionen für die allgemeine Leitung des Betriebsdienstes innerhalb ihres Bezirks, noch Betriebs-Controleure für die specielle Beaufsichtigung des Betriebsdienstes angestellt worden sind, in dem vollen Umfange erst nach und nach zur Geltung kommen, so ist doch nunmehr wenigstens ein allgemein als zweckmäßig erkannter Weg gefunden, auf dem um so eher ein den Anforderungen des Betriebsdienstes entsprechendes Ziel zu erreichen ist, je energischer die Ausbildung der unteren Eisenbahn-Beamten, sei dies durch Einrichtung von Fachschulen oder allein durch Einführung allgemeiner Prüfungen angestrebt wird.

Digitized by Google

Was die Leistung der Eisenbahnen im Allgemeinen betrifft, so beginnt nunmehr, in gleicher Weise, wie in England für die gröfsere Sicherheit des Betriebes die Entlastung der besonders verkehrsreichen Bahnstrecken durch Vervierfachung der Geleise als ein dringendes Erfordernifs hingestellt wird, und bei den in London mündenden Eisenbahnen schon seit längerer Zeit streckenweise zur Ausführung gekommen ist, auch bereits in Preufsen dieser Gesichtspunkt Beachtung zu finden. Aufser der Berliner Stadtbahn, welche 4geleisig projectirt ist, der Berliner Ringbahn, für welche in dem im Bau begriffenen Theile Moabit-Charlottenburg-Schöneberg das Terrain bereits für 4 Geleise — 2 Geleise für den Personen-, 2 Geleise für den Güterverkehr — erworben, und in dem bereits im Betriebe befindlichen Theile Moabit-Stralau-Schöneberg die Herstellung für 4 Geleise ebenfalls schon in Aussicht genommen ist, hat im Gebiet der Rheinisch-Westphälischen Eisenbahnen der Verkehr einzelner 2geleisiger Strecken bereits einen solchen Umfang erreicht, dafs die Frage der Entlastung derselben, sei dies durch die Anlage besonderer Entlastungsbahnen oder durch Vermehrung der Geleise, in den Vordergrund tritt, wie ja auch bei der Einmündung von Zweigbahnen schon aus Rücksicht für die Sicherheit des Betriebes in der Regel die selbstständige Durchführung bis zur nächsten Station erfolgt. Ebenso ist in Folge der gesteigerten Ansprüche an die Regelmäfsigkeit und Sicherheit des Betriebes schon mehrfach der Fall vorgekommen, dafs neue Bahnstrecken doppelgeleisig dem Betriebe übergeben werden, wie auch die Leistungsfähigkeit eingeleisiger Bahnstrecken nicht mehr allgemein bis an die äufserste Grenze ausgenutzt wird, sondern zeitiger als früher die Anlage des zweiten Geleises zur Ausführung kommt.

Verminderung der Achsenzahl der Lastzüge.

Auch eine von den Gewohnheiten, die bisher mit besonderer Zähigkeit festgehalten wurden, die übermäfsige Länge der Güterzüge, beginnt nach und nach mehr Gegner zu finden, und wenn wir auch, bei der verhältnifsmäfsig nur geringen Anzahl von Personenzügen, keine so dringende Veranlassung haben, die Achsenzahl der Lastzüge soweit zu beschränken, als dies auf den englischen Bahnen der Fall ist, so beginnen doch bereits gegenüber dem Gewinn erhöhter Sicherheit und Regelmäfsigkeit die Rücksichten für die Oekonomie mehr zurückzutreten. Würde man übrigens alle die Nachtheile, welche mit der übermäfsigen Achsstärke der Lastzüge von 150 Achsen und mehr verbunden sind, genauer erwägen, als da sind: grofse Länge der Stationen und dessenungeachtet schwierige Unterbringung und Rangirung so langer Züge auf den Stationen, Schwierigkeiten in der Beförderung in Folge des Mangels an Uebersicht und Controle, das leichte Zerreifsen so langer Züge und alle sonstigen Nachtheile, die jedem Betriebs-Ingenieur aus Erfahrung bekannt sind, so würde man ohne Zweifel finden, dafs alle diese oft sehr folgenschweren Nachtheile, aufser der steten Gefahr für die Sicherheit des Betriebes, im Ganzen einen Kostenaufwand repräsentiren, der die Ersparnifs in Betreff der besseren Ausnutzung der Locomotivkraft zu einem beträchtlichen Theil wieder aufwiegt. Und dies Verhältnifs wird sich noch günstiger gestalten, wenn man bei Bahnen mit günstigen Steigungsverhältnissen (über 1 : 200) dazu übergeht, entweder, entsprechend der geringeren Zugstärke, wieder leichtere Maschinen, an Stelle der 3fach gekuppelten nur 2fach gekuppelte Locomotiven zu verwenden,*) welche aufser geringeren Beschaffungs- und Reparaturkosten auch geringeren Kohlenverbrauch erfordern, oder die Stärke der Lastzüge der Leistungsfähigkeit der Maschinen entsprechend so zu normiren, dafs der Vorspanndienst ausgeschlossen wird, und die Lastzüge stets nur von einer Locomotive befördert werden. Wie uns scheint, ist diese Frage bisher noch keiner erschöpfenden Prüfung unterworfen worden, und doch hängt davon in nicht geringem Grade eine Beseitigung der Uebelstände ab, welche sich jetzt in Folge der langen Güterzüge für die regelmäfsige und sichere Beförderung der Lastzüge, sowie für den Rangirdienst ergeben haben.

Locomotiven.

Gehen wir von dieser wesentlichen Vorbedingung für eine zweckmäfsigere Gestaltung der Güterbahnhöfe zu den Betriebsmitteln selbst über, so werden sich in Betreff der Locomotiven wohl alle Bestrebungen vorzugsweise auf eine Verminderung der Kosten der Zugkraft richten, ein Gesichtspunkt, der bei Bahnen mit starken Steigungen durch erhöhte Leistungsfähigkeit der Locomotiven oder geringere Fahr-Geschwindigkeit zu erreichen gesucht worden ist, bei Bahnen mit günstigen Steigungsverhältnissen jedoch, wie schon vorher bemerkt, auf einem anderen Gebiete gefunden werden mufs. Würden uns nicht schon die seit einer Reihe von Jahren gemachten Erfahrungen, die erst neuerdings wieder durch die Wiener Weltausstellung bestätigt worden sind, belehren, dafs im Bereich der Locomotivconstruction bereits ein Höhepunkt erreicht ist, der fernerhin eine nur allmälige Entwickelung erwarten läfst, so zeigt doch die Statistik, dafs alle in neuerer Zeit ausgeführten Verbesserungen in der Construction der Locomotiven nicht hinreichend gewesen sind, um die Preissteigerung, besonders in Betreff des Brennmaterials, auszugleichen. Die Kosten pro Locomotivnutzmeile, welche

im Jahre 1861 . . . $42_{,4}$ Silbgr.,
- - 1870 . . . $42_{,8}$ -

betrugen und im Lauf dieser 10 Jahre nur zwischen $38_{,6}$ und $43_{,4}$ Sgr. geschwankt haben, sind plötzlich

im Jahre 1871 auf . . 47 Silbgr.,
- - 1872 - . . $49_{,5}$ -

gestiegen und zeigen dadurch deutlich ihre Abhängigkeit von den Kohlenpreisen.

Wir glauben daher nicht zu irren, wenn wir uns dahin aussprechen, dafs eine Ermäfsigung der Kosten der Zugkraft, abgesehen von der, wenn auch zeitweise zurückgehenden, im Allgemeinen aber fortdauernden Steigerung der Gehälter und Löhne, sowie aller Materialien, insbesondere der Kohlen, weniger auf dem Gebiete der Locomotiv-Construction als in der ökonomischen Verwendung der Locomotiven, besonders für den Rangirdienst, zu suchen ist. Und dieser Zweck wird, wie schon erwähnt, durch Verminderung der Achsenzahl der

*) Die auf der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn zur Beförderung der Lastzüge in neuerer Zeit allgemein eingeführten dreifach gekuppelten Locomotiven von 458 mm Cylinder-Durchmesser, 140,26 □m Heizfläche, 10 Atmosphären Ueberdruck, 740 Ctr. Eigengewicht bei gefüllter Locomotive befördern an Nettolast

auf Steigungen von	1 : 300	im Sommer	15750 Ctr.,	im Winter	13650 Ctr.
- -	1 : 200	- -	12600	- -	10920 -
- -	1 : 150	- -	11970	- -	10080 -
- -	1 : 100	- -	8190	- -	6930 -
- -	1 : 75	- -	4200	- -	3570 -

Digitized by Google

Lastzüge, Trennung derselben einerseits nach der Beschaffenheit der Fracht in Kohlen- und Güterzüge, andererseits nach der Transportlänge in Local- und directe Lastzüge, von denen die letzteren nur auf den Hauptstationen resp. auf denjenigen Stationen halten, wo die Locomotiven Wasser nehmen müssen, aufserdem noch in Eilgut- und Auslade-Güterzüge zu erreichen sein. Mit dieser Trennung, welche allerdings nur auf verkehrsreichen Bahnen zur Ausführung kommen kann, ist naturgemäfs eine Verringerung des Rangirdienstes, sowohl bei Bildung der Züge, als auch behufs Aus- und Einsetzen der Wagen in den Zügen, und damit eine Abkürzung des Aufenthaltes auf den Stationen verbunden, wodurch eine erheblich günstigere Ausnutzung der Zugmaschinen und eine geringere Inanspruchnahme der Maschinen für den Rangirdienst zu erreichen ist. Auf diesen letzteren Punkt ist aber, wie wir später noch näher erwähnen werden, um so gröfserer Werth zu legen, als jetzt die Zahl der Rangirmaschinen einen unverhältnifsmäfsig grofsen Theil sämmtlicher Maschinen bildet.

Ein schlagendes Bild, wie wenig die zahlreichen Verbesserungen in der Locomotiv-Construction im Stande gewesen sind, die finanzielle Leistung der Locomotiven zu erhöhen, zeigt die anliegende Tabelle 3 über die Leistungen der Locomotiven auf den Preufsischen Eisenbahnen.

Aus den Colonnen 19 und 20 dieser Tabelle ist zu ersehen, welcher Antheil von der Gesammteinnahme aus dem Personen- und Güter-Verkehr durchschnittlich auf jede Locomotive entfällt, und in welcher überraschenden Weise sich die Reihenfolge dieser Werthe seit der Entstehung des Preufsischen Eisenbahnwesens gestaltet.

Während die jetzt im Betriebe befindlichen Locomotiven alle Verbesserungen zeigen, welche überhaupt in Bezug auf Construction, Material und Ausführung gemacht worden sind, worunter die allgemeine Anwendung des Gufs- resp. Bessemerstahls zu Achsen, Radreifen etc. — in Betreff der Anwendung des Stahls zu Locomotivkesseln sprechen sich allerdings die bisherigen Erfahrungen nicht günstig aus — die Einführung einer Dampfspannung von 10 Atmosphären und darüber, besonders hervorzuheben ist; während unsere jetzigen Locomotiven einen Cylinder-Durchmesser bis zu 482^{mm}, eine Heizfläche bis zu 140 □^{m}, eine Leistungsfähigkeit bis etwa zu 415 Pferdekräften und ein Eigengewicht bis über 900 Ctr. zeigen, dabei kaum noch ungekuppelte Locomotiven beschafft werden, sondern für Personenzüge fast nur 2fach gekuppelte, für Güterzüge zum grofsen Theil 3fach gekuppelte Locomotiven zur Anwendung kommen, beträgt der von der Gesammteinnahme aus dem Personen- und Güterverkehr durchschnittlich pro Locomotive entfallende Betrag im Durchschnitt der letzten 10 Jahre 1862 bis 1872 nur 31122 Thlr. und ist in den letzten Jahren wiederholt unter diesen Betrag gesunken.

Vergleichen wir damit unsere Locomotiven aus der ersten Zeit des Eisenbahnwesens, mit einem Cylinder-Durchmesser von $10_{,50}$ Zoll engl., einer Heizfläche von 322 Quadratfufs, einem Dampfdruck von 60 Pfund pro □″, einem adhärirenden Gewicht von 145 Ctr. und einem Eigengewicht von 200 Ctr. bei einem Maximaleffect von 85 Pferdekräften — es sind dies die Verhältnisse der von Norris in Philadelphia im Jahre 1842 für die Berlin-Frankfurter (Niederschlesisch-Märkische) Eisenbahn gelieferten Locomotiven — und erwägen, dafs in den ersten 10 Jahren von 1842 bis 1852 auf den Preufsischen Eisenbahnen von der Gesammteinnahme aus dem Personen- und Güterverkehr durchschnittlich ein Betrag von 24344 Thlr. auf jede im Betriebe befindliche Locomotive pro Jahr entfällt; vergleichen wir ferner damit unsere Locomotiven aus den Jahren 1852, in welchen die schwersten Locomotiven, welche auf den Preufsischen Eisenbahnen im Betriebe waren, folgende Dimensionen hatten: einen Cylinder-Durchmesser von 16 Zoll, eine Heizfläche von 1039 □Fufs, einen Dampfdruck von 100 Pfund pro □″, ein adhärirendes Gewicht von 470 Ctr. und ein Eigengewicht mit Wasser und Koks von 590 Ctr. bei einem Maximaleffect von 308 Pferdekräften, und erwägen, dafs in den 10 Jahren von 1852 bis 1862 auf den Preufsischen Eisenbahnen von der Gesammteinnahme aus dem Personen- und Güterverkehr durchschnittlich ein Betrag von 28413 Thlr. pro Jahr auf jede Locomotive entfällt, so erscheint allerdings gegenüber der Steigerung in der Leistungsfähigkeit der Locomotiven die Steigerung des auf jede Locomotive entfallenden Antheiles der Gesammteinnahme aus dem Personen- und Güterverkehr

im Jahre 1842 bis 1852	. . .	24344 Thlr.,
" " 1852 bis 1862	. . .	28413 "
" " 1862 bis 1872	. . .	31122 "

nicht entsprechend.

Wir übersehen dabei keineswegs die stetige Ermäfsigung der Tarife, die in Verbindung mit der unverhältnifsmäfsig gestiegenen Zunahme des Verkehrs von Kohlen, Erzen, kurz der niedrig tarifirten Güter die Einnahme pro Centner und Meile auf ein Minimum reducirt hat. Wir übersehen ferner nicht, dafs die Preissteigerung aller Materialien, der Gehalte und Löhne etc. die Leistung jeder Locomotive — in einem Antheil der Einnahme ausgedrückt — ungeachtet aller Fortschritte im Locomotivbau sehr beeinträchtigen mufste, dessenungeachtet enthält der im Vorstehenden gezogene Vergleich eine ernste Mahnung, auf die Ermäfsigung der Kosten der Zugkraft, in gleichem Maafse, wenn nicht vielleicht noch mehr, aber auf die ökonomischere Verwendung der Locomotiven im Betriebe, besonders zum Rangirdienst, fortgesetzt Bedacht zu nehmen.

Güterwagen.

Indem wir nunmehr zu den Güterwagen übergehen, und hierbei uns vorzugsweise auf die zum Kohlen- und Erz-Transport zur Verwendung kommenden offenen Lastwagen beschränken, glauben wir in Betreff der Construction dieser Wagen erwähnen zu sollen, dafs durch die in einer im November 1871 zu Berlin stattgefundenen Conferenz der Preufsischen Eisenbahn-Verwaltungen getroffenen Festsetzungen bezüglich der übereinstimmenden Annahme gewisser Haupt-Abmessungen und Constructionstheile, insbesondere für die Untergestelle und Achsen der Güterwagen, sowohl für die Eisenbahn-Verwaltungen wie für die Wagenbauanstalten ein nicht zu unterschätzender Gewinn erreicht worden ist, der allerdings noch gröfser sein würde, wenn die getroffenen Vereinbarungen mit gröfserer Strenge zur Durchführung kämen. Wenn sonach zu erwarten ist, dafs für die Folge die Construction der offenen Güterwagen, ob ganz in Eisen, wie zum nicht geringen Theil bei den schlesischen Eisenbahnen, oder in Holz, im Wesentlichen übereinstimmen wird, wie dieselbe auch schon seit Entstehung der Eisenbahnen keine

Digitized by Google

grofsen Wandelungen zeigt, so ist dagegen die Einrichtung der Wagen in Bezug auf die Tragfähigkeit und die Art der Entladung eine so verschiedenartige, dafs wir uns nicht versagen können, näher darauf einzugehen.

Tragfähigkeit. Was zunächst die Tragfähigkeit betrifft, die allgemein von 80 bis 100 Ctr. in der ersten Zeit des Eisenbahnwesens auf 200 Ctr. erhöht worden, wobei sich das Eigengewicht zur Tragfähigkeit im Durchschnitt wie 1 zu 2 verhält, so sind die Bestrebungen, das Verhältnifs der todten Last zur Tragfähigkeit durch Erhöhung der letzteren günstiger zu gestalten, noch nicht abgeschlossen, und besonders die Schlesischen Eisenbahnen*) sind in dieser Beziehung vorangegangen.

Wenn allerdings erwogen wird, dafs, mit Ausnahme der letztern, wohl alle übrigen Preufsischen Eisenbahnen fast ausschliefslich nur Güterwagen von 200 Centner Tragfähigkeit besitzen, so erscheint es schon mit Rücksicht auf diese für die gesammten Betriebs- und Verkehrsverhältnisse, insbesondere aber für die Tarifirung so überaus wichtige Uebereinstimmung gewagt, von dieser Normal-Tragfähigkeit abzugehen; und für Bahnen, welche keinen erheblichen Massenverkehr haben, daher ihre offenen Güterwagen für den Transport der verschiedenartigsten Artikel benutzen müssen, wird eine Abweichung davon in der That nicht zulässig sein. Anders stellt sich dagegen die Sachlage bei gröfseren Bahnen, welche einen ausgedehnten Massenverkehr, insbesondere an Kohlen, Erzen etc. besitzen und daher einen bedeutenden Theil ihres Wagenparks fast ausschliefslich zur Beförderung der letztgenannten Frachten benutzen. Hierbei verliert die Frage, ob die Kohlenwagen 200 Ctr. oder eine andere gröfsere Tragfähigkeit von 250 Ctr. resp. 300 Ctr. besitzen, an Bedeutung, einerseits weil, besonders im Westen, ein nicht unbeträchtlicher Theil der Kohlen in Extrazügen von der Grube nach den Eisenhütten transportirt wird, die dafür benutzten Wagen ausschliefslich zu diesen Transporten Verwendung finden, und hierbei die normale Tragfähigkeit von 200 Ctr. gar nicht in Betracht kommt, sondern es im Gegentheil nur vortheilhaft ist, in Folge einer möglichst grofsen Tragfähigkeit mit einem Minimum der zu befördernden Achsen ein Maximum an Fracht zu befördern; andererseits ist auch aufserhalb der industriellen Gebiete die Zahl der Empfänger, welche nur immer einen Wagen mit Kohlen für den Hausgebrauch und dann allerdings höchstens 200 Ctr. bestellen, doch im Vergleich zu der überwiegenden Anzahl der gröfseren Consumenten so gering, dafs in der Annahme einer gröfseren Tragfähigkeit als 200 Ctr. für den Massenverkehr weder eine Schwierigkeit für das Publikum, noch auch in Betreff der Tarifirung, welche selbstredend an die vollständige Ausnutzung der Tragfähigkeit geknüpft ist, eintreten kann. Diese Angaben werden vollständig bestätigt durch die langjährigen und ausgedehnten Erfahrungen, welche die Schlesischen Eisenbahnen mit der für die Kohlenwagen angenommenen Tragfähigkeit von 210 bis 264 Ctr. gewonnen haben, auch die auf der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn seit etwa 3 Jahren im Betriebe befindlichen Kohlenwagen von 300 Ctr. Tragfähigkeit haben ungeachtet der mangelhaften Entladungsvorrichtung — die Thüren sind trotz der so wesentlich erhöhten Tragfähigkeit nur wenig gröfser als bei den Kohlenwagen von 200 Ctr. Tragfähigkeit — anstandslose Benutzung gefunden, und auch der Umstand, dafs die Bewegung eines derartigen mit Ladung (106 + 300 =) 406 Ctr. wiegenden Kohlenwagens auf den Stationen mit Menschenkraft schwierig ist, hat bisher zu keiner Klage Veranlassung gegeben. Wir glauben auch auf letzteren Umstand kein so grofses Gewicht legen zu dürfen, weil das Ein- und Aussetzen der Wagen aus den Zügen meistens durch Maschinenkraft erfolgt, und selbst auf den Stationen, auf denen keine Rangirmaschinen stationirt sind, für die Bewegung einzelner Wagen Pferdekraft ohne grofse Schwierigkeit zu haben sein wird.

Werden diese Wagen von 250 resp. 300 Ctr. Tragfähigkeit, von denen allerdings die letzteren ausschliefslich für den Kohlen- und Erzverkehr bestimmt sind, und daher auch nur selten zur Beförderung anderer Güter benutzt werden, mit entsprechend grofsen Seiten- und Bodenklappen versehen, dadurch die Zeit der Entladung eines Wagens von 300 Ctr. Kohlen auf etwa 10 bis 15 Minuten abgekürzt, dann sind allerdings alle Ausstellungen, welche gegen Wagen dieser erhöhten Tragfähigkeit erhoben werden könnten, beseitigt, und wir glauben, dafs alsdann die Einführung derartiger Kohlenwagen für Bahnen mit ausgedehntem Kohlen- und Erzverkehr in ernste Erwägung gezogen werden sollte.

Jedenfalls glauben wir zur versuchsweisen Beschaffung einer Anzahl von Kohlenwagen mit 250 resp. 300 Ctr. Tragfähigkeit schon um deshalb rathen zu dürfen, um auch in weiteren Kreisen die Ueberzeugung zu gewinnen, dafs die Nachtheile dieser erhöhten Tragfähigkeit bisher überschätzt worden sind, wenn wir auch nicht bestreiten wollen, dafs mit 300 Ctr. die Grenze der Tragfähigkeit erreicht sein wird.

Welchen Werth es hat, das Verhältnifs zwischen der todten Last — dem Eigengewicht der Wagen — und der Tragfähigkeit günstiger zu gestalten, zeigt der untenstehende Vergleich der Kohlenwagen der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn,*) welcher einer weiteren Erklärung nicht bedürfen wird.

*) An offenen Güterwagen mit einer Tragfähigkeit über 200 Ctr. besafsen die nachstehenden Eisenbahnen im Jahre 1872

	mit einer Tragfähigkeit in Centnern:							
	210 Stck.	220 Stck.	225 Stck.	235 Stck.	240 Stck.	250 Stck.	264 Stck.	300 Stck.
1) Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn	2753	—	—	—	—	830	—	62
2) Oberschlesische Eisenbahn	396	3162	298	—	22	—	—	—
3) Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahn	199	—	—	61	1087	—	695	9
4) Rechte Oder-Ufer-Bahn	—	1722	—	—	—	—	—	40

*) Vergleichung der eisernen Kohlenwagen der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn von verschiedener Tragfähigkeit und der bisher üblichen Einrichtung mit nur einer Entladungsthür an jeder Langseite des Wagenkastens.

Tragfähigkeit	Achsstärke	Eigengewicht incl. Achsen und Räder	Verhältnifs des Eigengewichts zur Tragfähigkeit	Beschaffungskosten incl. Achsen und Räder	Mithin betragen die Beschaffungskosten pro 100 Ctr. Tragfähigkeit
210 Ctr.	131 mm	93 Ctr.	1 : 2,258	975,2 Thlr.	464,38 Thlr.
250 -	131 mm	100 -	1 : 2,50	1101,5 -	440,60 -
300 -	150 mm	106 -	1 : 2,83	1348,0 -	449,33 -

Digitized by Google

Wagenausnutzung in Bezug auf die Belastung.

Was ferner die Wagenausnutzung in Bezug auf die Belastung betrifft, so geht aus der Anlage über die Leistungen der Güterwagen hervor, dafs zwar der Procentsatz der beförderten Nettolast zur Maximalbelastung (Col. 20, Tab. 4) in den 22 Jahren von 1851 bis 1872 fast ganz constant geblieben ist, er schwankt nämlich nur zwischen

$39{,}_{3}$ % im Jahre 1866

und $46{,}_{2}$ % - - 1854

und beträgt im Durchschnitt

$42{,}_{1}$ %,

dagegen ist doch in Folge der zunehmenden Beförderung der Massengüter wie der allgemeinen Erhöhung der Tragfähigkeit der Güterwagen von 100 auf 200 Ctr., bei den Schlesischen Bahnen bis zu 250 resp. 264 Ctr., bei der Niederschlesisch-Märkischen und Rechten-Oder-Ufer-Bahn bis zu 300 Ctr., die Nutzlast jeder bewegten Achse

von $20{,}_{7}$ Ctr. im Jahre 1853

auf $37{,}_{5}$ - - - 1872

und zwar fast in regelmäfsiger Progression gestiegen, während das Eigengewicht der offenen Güterwagen, ungeachtet der um das Doppelte bis Dreifache erhöhten Tragfähigkeit, nur etwa von 40 auf 53 Ctr. pro Achse gestiegen ist.

Werden die in der Folge genannten, vorzugsweise den Kohlenverkehr vermittelnden Eisenbahnen für sich allein betrachtet, so stellen sich naturgemäfs die Ergebnisse wesentlich günstiger. So beträgt bei der Saarbrücker Eisenbahn, welche allerdings in beiden Beziehungen die höchste Zahl zeigt, im Durchschnitt der 5 Jahre 1868 bis 1872 der Procentsatz der Nettolast zur Maximalbelastung $54{,}_{3}$ %, und die durchschnittliche Belastung für jede bewegte Achse 52 Ctr.; doch sind die Betriebs- wie Verkehrs-Verhältnisse der in Betracht kommenden Bahnen so wesentlich verschiedener Natur, dafs es gewagt sein würde, aus den statistischen Ergebnissen für jede einzelne Bahn weitere Schlüsse zu ziehen.

Dafs auf dem vorerwähnten Gebiete noch ein weites Feld für Verbesserungen offen ist, und dafs insbesondere grofse Aufmerksamkeit auf eine möglichst günstige Ausnutzung der Belastung der Güterwagen: durch zweckentsprechende tarifarische Bestimmungen, durch Einrichtung von Umladestationen, sowie durch eine sachgemäfse Controle, ferner, soweit es irgend die Verhältnisse gestatten, auf die Gewinnung von Rückfracht Bedacht genommen werden mufs, bedarf kaum noch der Erwähnung.

Wagenausnutzung in Bezug auf den durchlaufenen Weg.

Hiermit im engsten Zusammenhange steht die Ausnutzung der Güterwagen in Bezug auf die von denselben durchlaufene Meilenzahl. Wie sich aus der Statistik ergiebt, schwankt in den 22 Jahren vom Jahre 1851 bis 1872 die von jeder Güterwagenachse durchlaufene Meilenzahl, wenn man die ausnahmsweise niedrige Leistung des Jahres 1859 (italienischer Krieg) von 1780 Meilen ausnimmt,

zwischen in min. 1909 Meilen im Jahre 1851

und in max. 2178 - - - 1852,

also zwischen $5{,}_{23}$ bis $5{,}_{97}$ Meilen pro Tag.

Noch weniger günstig ist das Ergebnifs bei den vorzugsweise dem Kohlenverkehr dienenden Bahnen. Bei denselben — die Oberschlesische und Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn ausgenommen — schwankt im Durchschnitt der letzten 5 Jahre (1868 bis 1872) die von jeder Güterwagenachse durchlaufene Meilenzahl

von in min. 1419 Meilen bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn

bis in max. 1829 Meilen bei der Rechten Oder-Ufer-Eisenbahn,

und erreicht nur

bei der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn: 2727 Meilen,

bei der Oberschlesischen Eisenbahn: . . . 3138 Meilen,

schwankt also im Ganzen zwischen $3{,}_{89}$ und $8{,}_{6}$ Meilen pro Tag — ein Verhältnifs, das naturgemäfs im engsten Zusammenhange mit der durchschnittlichen Transportlänge bei den einzelnen Bahnen steht, und bei denjenigen Bahnen, welche eine gröfsere durchschnittliche Transportlänge zeigen, wie insbesondere die in Vergleich gezogenen östlichen Bahnen, am günstigsten sein mufs.

Eine Erhöhung der Leistung der Güterwagen in Bezug auf die von denselben durchlaufenen Meilen ist, wie die in der Anlage gegebene Uebersicht der durchschnittlichen Fahrtlänge des Steinkohlen-Centners zeigt, aufser einer speciellen und zweckmäfsigen Wagendisposition, vorzugsweise durch eine Abkürzung des Aufenthaltes der Wagen auf den Stationen und insbesondere durch eine raschere Be- und Entladung der Wagen zu erreichen, da in Bezug auf die Fahrzeit schon der zweckmäfsigen Ausnutzung der Locomotivkraft wegen für die Lastzüge eine durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit von 20 Minuten pro Meile, die bei Steigungen über 1 : 100 je nach den Gefälle- und Krümmungsverhältnissen noch entsprechend zu ermäfsigen sein wird, zu Grunde gelegt werden mufs, eine Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit auch auf den rascheren Wagenlauf ohne nennenswerthen Einfluss sein würde.

Von gröfserer Wichtigkeit ist schon die Abkürzung der Aufenthalte auf den Zwischenstationen — eine Anordnung, die jedoch nur zu voller Wirkung bei solchen Bahnen kommen kann, bei denen in Folge der Ausdehnung des Verkehrs eine möglichst weitgehende Trennung der Lastzüge in Kohlen-, Erz- und Güterzüge, und in Local- und Transit-Züge stattfinden kann, und dann die letzteren, als Verbandszüge mit durchgehenden Packmeistern eingerichtet, mit möglichst kurzem Aufenthalt auf den Uebergangsstationen unter Durchfahren aller Stationen, auf denen die Züge behufs Speisung der Locomotiven nicht zu halten brauchen, zu befördern sind, wie dies ja auch auf den Hauptverkehrsrouten Norddeutschlands bereits schon seit einer Reihe von Jahren geschieht.

Dagegen ist gerade auf dem Gebiet, auf welchem jede Zeitersparnifs von dem gröfsten Gewinn ist, wir meinen insbesondere auf den Entladestationen, ein wesentlicher Erfolg bisher noch nicht erreicht worden.

II. Specielle Einrichtungen für den Kohlen- und Erz-Verkehr.

Nothwendigkeit, die Be- und Entladungszeit abzukürzen.

Das ungeheure Frachtquantum von 1273446382 Ctr. Kohlen und Koks, sowie Frachtgut der ermäfsigten Klassen, welches auf den Preufsischen Eisenbahnen im Jahre 1872 transportirt wurde, und was zum überwiegenden Theile aus Kohlen, Koks und Erzen besteht, wird noch fast ausschliefslich in derselben ursprünglichen Weise wie zur Zeit der

Digitized by Google

16	17	18	19	20	21
Beförderte Centnermeilen				Von den geförderten Centnermeilen kommen	
davon kommen auf		In pCt. von dem Gesammtfrachtgute entfallen auf		auf jede vorhandene Achse	pro Meile Bahnlänge
Kohlen und Koks	Frachtgut der ermäfsigten Klassen	Kohlen und Koks	Frachtgut der ermäfsigten Klassen		
Ctr.	Ctr.	pCt.	pCt.	Anzahl	Anzahl
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

1841 bis einschl. 1872.

14	15	16	17	18	19	20
Die Gesammtkosten für Unterhaltung und Reparatur berechnen sich		Die Kosten der Zugkraft betragen			Die Gesammt-Einnahmen aus dem Personen- und Güter-Verkehr haben betragen	Hiervon entfallen durchschnittlich pro Locomotive
pro Nutzmeile	pro Wagenachsmeile	pro Nutzmeile	pro geförderte Wagenachsmeile	pro Centner und Meile Nettolast		
Sgr.	Pf.	Sgr.	Pf.	Pf.	Thlr.	Thlr.
—	—	—	—	—	655626	17253,3
—	—	—	—	—	1630758	21457,3
—	—	—	—	—	2454812	22604,0
—	—	—	—	—	3454591	24328,1
—	—	—	—	—	3567499	22158,4
—	—	—	—	—	3800573	26954,4
—	—	—	—	—	7264568	23975,5
—	—	—	—	—	8611782	20701,4
—	—	—	—	—	10362366	22141,3
—	—	—	—	—	12469157	25038,5
—	—	—	—	—	13652498	26104,2
—	—	—	—	—	15753445	28435,3
15,3	5,3	—	—	—	17766125	28066,6
—	—	—	—	—	22426995	28139,3
16,6	5,4	—	—	—	25849770	28508,9
18,12	5,65	—	—	—	28752944	29520,5
18,3	5,3	52,1	15,3	0,7	32848775	29916,9
19,0	5,5	53,5	15,4	0,7	32821403	27442,6
18,4	5,5	48,3	14,4	0,70	31637770	25129,3
16,5	4,9	44,9	13,2	0,61	36503668	26803,7
16,4	4,7	42,4	12,2	0,53	40961203	28445,3
16,7	4,6	40,5	11,3	0,46	47144409	31159,6
16,7	4,7	39,7	11,0	0,43	49758070	30766,2
15,3	4,4	39,3	11,0	0,41	55705186	32292,9
15,2	4,1	38,6	10,5	0,37	60883356	33306,0
14,7	4,0	41,3	11,1	0,410	64016126	32185,1
15,2	4,1	43,4	11,8	0,40	68281254	30896,3
14,5	4,0	40,2	11,2	0,39	90094544	29636,4
13,9	3,9	39,6	11,1	0,38	95947508	29531,4
14,2	3,8	42,8	11,6	0,40	105828905	30366,8
15,2	4,2	47,0	13,0	0,41	122345634	31524,3
15,2	4,2	49,5	14,26	0,45	132873281	30651,3

841 bis einschl. 1872.

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
n und n sind auf hsmeilen n excl. gen	Jede Achse hat durchschnittlich durchlaufen	Jede bewegte Achse war durchschnittlich belastet	In Procenten der Maximal-Belastung wurde Nettolast befördert	Die gesammten Reparaturkosten excl. Neubeschaffung betragen			Die Kosten für Schmier- und Putzmittel betragen pro Achsmeile	Die Einnahmen aus dem Güter-Verkehr, dem Vieh- und Equipagen-Transport haben betragen	Hiervon entfallen durchschnittlich pro Achse
pro Meile Bahnlänge				pro Achse	pro Achse und Meile	pro Centner und Meile			
Anzahl	Meilen	Ctr.	pCt.	Thlr.	Pf.	Pf.	Pf.	Thlr.	Thlr.
—	—	—	—	—	—	—	—	160565	245,5
—	—	—	—	—	—	—	—	438798	387,6
—	—	—	—	—	—	—	—	869443	433,3
—	—	—	—	—	—	—	—	1155500	427,7
—	—	—	—	—	—	—	—	1252020	414,0
—	—	—	—	—	—	—	—	1555116	517,0
—	—	—	—	—	—	—	—	3404638	625,3
—	—	—	—	—	—	—	—	4007723	402,1
—	—	—	—	—	—	—	—	5064897	421,0
—	—	—	—	—	—	—	—	6154613	450,9
90495	1909	—	41,6	18,687	3,466	0,190	—	7048227	388,9
114256	2178,4	—	44,02	19,28	3,19	0,162	—	9005199	444,9
111581	2013	20,7	44,2	20,0	3,6	0,2	—	10606164	396,1
134061	2107	23,1	46,3	—	—	—	—	14266752	475,7
155630	2004	23,3	45,9	20,3	3,6	0,2	1,2	17366463	466,3
162251	1932	24,28	44,1	21,2	3,95	0,16	1,23	18880739	433,8
172327	2012	24,7	43,3	24,3	4,3	0,2	1,1	21715816	454,6
161480	1963	24,0	41,4	26,9	4,9	0,2	0,9	21541734	432,1
143810	1780	24,6	41,5	18,5	4,0	0,20	0,80	20410151	396,4
147467	1911	25,3	40,8	16,8	3,2	1,12	0,66	23708877	431,4
157226	1984	26,9	42,1	16,2	2,9	0,11	0,58	27147894	452,8
179039	2072	28,2	40,9	17,0	3,0	0,11	0,60	32088969	466,1
186814	2015	29,7	41,1	18,3	3,3	0,11	0,55	33537628	449,0
200064	2142	31,4	41,8	18,1	3,0	0,10	0,46	38106363	476,4
217086	2131	32,9	42,0	19,1	3,2	0,10	0,48	42588804	485,3
226225	2069	31,3	39,3	17,1	3,0	0,09	0,50	44659774	463,3
236963	2085	33,9	41,1	19,9	3,4	0,10	0,45	48686520	451,7
219976	2150	34,0	41,2	19,9	3,3	0,10	0,40	63497682	458,8
222221	2130	34,4	41,0	17,1	2,9	0,09	0,35	67407425	458,7
237390	2130	33,6	39,4	16,5	2,8	0,08	0,41	73882974	462,1
228616	2046	37,3	42,8	17,0	3,0	0,08	0,43	84806513	474,3
248600	2009	37,3	42,0	19,2	3,0	0,08	0,43	94574044	454,4

Digitized by Google

Entstehung der Eisenbahn entladen, ohne Rücksicht darauf, dafs sich inzwischen der Arbeitslohn verdoppelt, der Preis des Fuhrwerks auf das Zwei- und Mehrfache erhöht hat.

Wird aufserdem in Betracht gezogen, dafs durch die allgemeine Erhöhung der Tragfähigkeit von 100 Ctr. aus der ersten Zeit des Eisenbahnwesens auf 200 Ctr. die Höhe der Wagenkasten wesentlich vergröfsert worden ist, so wird sogar zugegeben werden müssen, dafs die Entladung der Wagen, welche fast überall durch Handarbeit mit der Schaufel geschieht, im Laufe der Zeit noch erschwert resp. verlangsamt worden ist.

Dafs in Betreff der zweckmäfsigen Ausnutzung der Güterwagen die rasche Entladung derselben von der gröfsten Wichtigkeit sei, ist längst allgemein anerkannt.

Schon seit einer Reihe von Jahren ist daher auch dieser Angelegenheit allgemein und eingehend Aufmerksamkeit zugewandt worden, zunächst allerdings nur in der Richtung, dafs das Publikum durch eine Beschränkung der Entladefrist auf 12 und seit etwa 2 Jahren auf 6 Stunden, zu einer möglichst raschen Entladung angehalten wurde.

Es ist jedoch eine genügend bekannte Erfahrung, dafs alle Versuche, die Entladungsfrist der Wagen auf 6 Stunden zu beschränken und zwar sowohl für die auswärts wohnenden Adressaten, wie für die am Stationsort ansässigen, in einzelnen Fällen wohl noch weiter zu vermindern, für die mehr gebrauchte Zeit aber eine Strafmiethe von 15 Sgr. pro Achse und für jede angefangenen 6 Stunden zu erheben, ungeachtet der, soweit als thunlich schon vor Ankunft der Wagenladungen auf der Empfangsstation stattfindenden Avisirung keinen durchgreifenden Erfolg gehabt haben. Abgesehen von solchen Transporten, welche industrielle, im Besitz von Schienenverbindung befindliche Etablissements, die stets genügende Arbeitskräfte zur Hand haben, empfangen, ist es auch zum grofsen Theil gar nicht möglich, diese Entladungsfristen inne zu halten, weil in den meisten Fällen erst nach Ankunft der Kohlen auf der Empfangsstation der Empfänger benachrichtigt werden kann, das Entladen der Kohlen in der gewöhnlichen Weise, wobei alle Kohlen mittelst der Schaufel aus dem Eisenbahnwagen in das Landfuhrwerk geworfen werden müssen, für je 200 Ctr. ungefähr 2 Stunden in Anspruch nimmt, und weil endlich der Transport einer Ladung Kohlen von 200 Ctr. gewöhnlich 4 zweispännige Landfuhrwerke erfordert, die nur in seltenen Fällen gleichzeitig zur Stelle sind, vielmehr meistens nur ein Fuhrwerk die Abfuhr der Kohlen für einen Eisenbahnwagen besorgt.

Da diese Verhältnisse in der Natur der Sache begründet sind, so wird die Festsetzung kürzerer Entladungsfristen, sowie die Erhebung von Strafmiethe bei Ueberschreitung derselben vom Publikum als eine Unbilligkeit angesehen, gegen die Einziehung der Strafmiethen reclamirt, dieselben auch meist aus Rücksicht auf die thatsächlichen Verhältnisse niedergeschlagen und somit der beabsichtigte Zweck doch nicht erreicht.

Für den, den Verhältnissen ferner Stehenden mag es eine Sache von untergeordneter Bedeutung sein, ob die Zeit von der Ankunft des beladenen bis zum Abgange des entleerten Wagens wie bisher gewöhnlich einen Tag in Anspruch nimmt, wie dies z. B. auf der Station Berlin der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn ungeachtet der Voraussendung der Begleit-Papiere und Avisirung der Kohlen einen Tag vorher der Fall ist, oder ob diese Zeit bei beschleunigter Entladung auf nur $1\frac{1}{2}$ — 3 Stunden, d. h. auf die aus Rücksichten des Betriebes selbst bei einer gröfseren Transportlänge erforderliche Aufenthaltszeit zwischen der Ankunft und Abfahrt eines Lastzuges beschränkt werden kann.

Wenn jedoch erwogen wird, dafs im Jahre 1872 auf sämmtlichen Preufsischen Eisenbahnen, wie schon erwähnt, 1273446382 Ctr. Kohlen und Koks und Frachtgut der ermäfsigten Klassen (82,4 % der gesammten Gütermasse) und davon allein auf den Staats- und unter Staatsverwaltung stehenden Eisenbahnen 357103247 Ctr. Kohlen und Koks befördert worden sind, und nach Abzug der auf die ausländischen Eisenbahnen übergegangenen und der in den Häfen verschifften Kohlen (von den am Rhein und an seinen Nebenflüssen gelegenen Kohlenhäfen sind nur Ruhrort und Saarbrücken mit ausgedehnten Sturzbahnen zur Entladung der Kohlenwagen versehen) der überwiegende Theil des ganzen beförderten Kohlenquantums nur mittelst Handarbeit zur Entladung kommt, wenn ferner erwogen wird, dafs die in Preufsen vorhandenen offenen, vorzugsweise zum Kohlentransport verwendeten Güterwagen 64530 Achsen zählen, deren Beschaffungskosten sich auf ca. 31 Millionen Thaler belaufen, und dafs die Zahl der von jeder Achse zurückgelegten Meilen im Durchschnitt aller Bahnen im Jahre 1872 nur 2009 Meilen oder nur etwa $5\frac{1}{2}$ Meilen pro Tag beträgt, in welchen Zahlen auch die von den Wagen in nicht beladenem Zustande durchlaufenen Meilen eingeschlossen sind, wenn endlich in Betracht gezogen wird, dafs vorzugsweise von der Abkürzung des Aufenthaltes*) der Wagen auf der Be- und Entlade-Station eine bessere Ausnutzung der Wagen und damit eine Ermäfsigung der Tarife resp. der Expeditionsgebühr, besonders für kürzere Entfernungen abhängt, dann dürfte unter den gegenwärtigen Verhältnissen und besonders mit Rücksicht auf den enormen Aufschwung des Steinkohlen-Bergbaues in Preufsen, der, wie die in den später folgenden Anlagen enthaltene vergleichende Uebersicht der Steinkohlenförderung in Grofsbritannien und Irland, sowie in Preufsen für die Zeit vom Jahre 1860 bis 1872 ergiebt, noch in erheblich rascherer Progression sich entwickelt hat, als in dem die reichste Kohlenausbeute liefernden Lande der Welt, nunmehr auch die Nothwendigkeit, auf diesem Gebiete Verbesserungen einzuführen, anzuerkennen sein.

Das Bestreben, eine günstigere Ausnutzung der Wagen in Bezug auf den kürzeren Aufenthalt auf den Be- und Entladestationen zu erreichen, ist bisher nur auf den Belade-(Gruben-) Stationen dem überhaupt zu erreichenden Ziel nahegebracht worden, indem den Kohlengruben nur eine

*) Bei dem Kohlenverkehr von Oberschlesien nach Berlin auf ca. 72 Meilen Entfernung beträgt

die Fahrtdauer von Station Königshütte bis Berlin	36 Stunden,
desgl. zurück	36 "
Ladefrist auf der Grube	8 "
Aufenthalt in Berlin	22 "
Summa	102 Stunden.

Es beträgt daher, ungeachtet die Begleitpapiere von Breslau aus mit einem Courierzuge vorausgeschickt werden, und die Avisirung der Kohlen in Berlin am Tage vor dem Eintreffen der Kohlen selbst erfolgt, der Aufenthalt der Kohlenwagen auf der Entladestation Berlin mehr als $\frac{1}{5}$ des ganzen Turnus. Welche Vortheile durch die Abkürzung dieses Aufenthaltes mit Rücksicht auf etwaige Zugverspätungen auf etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{6}$ dieser Zeit für die Ausnutzung des Wagenparks und in Betreff der geringeren Inanspruchnahme der Geleisanlage resp. gröfseren Leistungsfähigkeit derselben zu erwarten sind, wird keiner weiteren Begründung bedürfen.

Digitized by Google

thunlichst kurze Frist zur Entladung gewährt, und dieselben dadurch zu einem zweckmäfsigen und raschen Verfahren veranlafst werden, andererseits in den meisten Kohlenrevieren über die Wagenbeistellung seitens der verschiedenen Bahnen derartige Vereinbarungen getroffen sind, dafs in Betreff der Beladung der Wagen nach den verschiedenen Verkehrsrichtungen soweit als zulässig gestattet wird, von den Eigenthumsverhältnissen der Wagen Abstand zu nehmen — eine Einrichtung, die wesentlich dazu beiträgt, den Rangirdienst zu vermindern, und die Zwischenzeit zwischen der Ankunft der leeren, und dem Abgange der beladenen Wagen abzukürzen.

Was dagegen die Entladung betrifft, so ist die dafür erforderliche Zeit in erster Reihe von der Einrichtung der Wagen selbst abhängig. Dieser so in die Augen fallende Gesichtspunkt hat, wie auf den Eisenbahnen des Continents überhaupt, so auch auf den Preufsischen Eisenbahnen bisher nicht genügende Berücksichtigung gefunden. Die überwiegende Anzahl unserer offenen, zum Kohlentransport dienenden Wagen zeigen in Betreff der Entladung fast die gleiche Einrichtung wie in den ersten Zeiten des Eisenbahnwesens, nur dafs durch die im Laufe der Zeit eingetretene Erhöhung der Tragfähigkeit von 80 Ctr. auf 200 Ctr. und darüber und durch die damit in Verbindung stehende Erhöhung des Wagenkastens das Entladen noch mehr erschwert worden ist, während gleichzeitig durch die fast auf das Doppelte gestiegenen Löhne die Kosten der Entladung entsprechend gewachsen und bei dem so häufigen Mangel an Arbeitskräften das Entladungsgeschäft noch mehr erschwert worden ist. Alle diese Schwierigkeiten lassen sich in der einfachsten Weise dadurch beseitigen, dafs die Kohlenwagen mit Einrichtung zur Selbstentladung versehen werden.

Einrichtung der Kohlenwagen zur Selbstentladung.

Auf den englischen Bahnen, die in Folge des schon früher entwickelten Eisenbahnverkehrs, und des noch höheren Werths des Grund und Bodens, wie der Arbeitslöhne, schon eher gezwungen worden sind, den Nutzeffect ihrer Bahnanlagen zu steigern, die Handarbeit durch mechanische Einrichtungen zu ersetzen, und die uns daher in jeder Beziehung, wo es gilt, Zeit und Handarbeit zu sparen, als Vorbild dienen können, sind die zum Transport von Kohlen, Erzen etc. dienenden offenen Güterwagen aufser den Seitenthüren allgemein mit 2 Bodenklappen in ähnlicher Weise wie Blatt 63 zeigt, versehen, um unter Benutzung dieser 4 Oeffnungen die Entladung zu beschleunigen.

Auf den Preufsischen Eisenbahnen sind, abgesehen von den für den allgemeinen Verkehr wohl nicht in Betracht kommenden, auf Blatt 64 dargestellten Trichterwagen von 200 Ctr. Tragfähigkeit der Saarbrücker Eisenbahn und der älteren hölzernen Trichterwagen zu 100 Ctr. Tragfähigkeit, welche vorzugsweise für den Kohlenverkehr einzelner weniger Firmen nach den Ruhrhäfen dienen, nur die offenen Güterwagen der Nassauischen Eisenbahn*) mit Rücksicht auf den ausgedehnten Erztransport nach Oberlahnstein, sowie ein Theil der Kohlenwagen der Saarbrücker Eisenbahn mit Rücksicht auf den Kohlentransport nach der Saar mit Bodenklappen versehen.

Da die Construction dieser Wagen, deren Einrichtung im Uebrigen von der allgemein üblichen wenig abweicht, aus Blatt 64 ersichtlich ist, so glauben wir nur noch ausdrücklich hervorheben zu sollen, dafs durch die Anbringung der beiden Klappen in dem Wagenboden die Verwendung dieser Wagen aufser für Kohlen, Erze etc. auch noch für den allgemeinen Güterverkehr in keiner Weise beeinträchtigt wird, wie dies die langjährigen Erfahrungen der Nassauischen Eisenbahn darthun.

Da im Uebrigen auch durch die Anbringung der Bodenklappen weder die Stabilität der Wagen beeinträchtigt, noch auch das Eigengewicht der Wagen wie die Anschaffungskosten derselben in nennenswerther Weise vermehrt werden, so werden wir wohl nicht irren, wenn wir die auffallende Erscheinung, dafs die grofsen Vortheile, welche die Anwendung der Bodenklappen für die leichtere und raschere Entladung darbietet, weniger auf sachliche Gründe, als auf vorgefafste Meinungen, sowie auch darauf zurückführen, dafs bisher diesem Gegenstande überhaupt nicht genügende Wichtigkeit beigelegt worden ist.

Neben der vorerwähnten, auf den englischen Eisenbahnen üblichen, sowie auch auf der Nassauischen und Saarbrücker Eisenbahn eingeführten Einrichtung der offenen Güterwagen mit 2 Bodenklappen und je einer 2flügeligen Thür in der Längenwand des Wagenkastens, bei welcher Einrichtung aufser der gewöhnlichen Seiten-Entladung auch noch eine senkrechte Entladung stattfindet, begegnen wir auf den Oesterreichischen Bahnen, insbesondere aber auf der Kaiser Ferdinands-Nordbahn einer Anordnung der Kohlenwagen, bei welcher zwar die Bodenklappen fehlen und damit die Möglichkeit zur senkrechten Entladung nicht vorhanden ist, dagegen die Seitenentladung durch Anwendung von zwei grofsen, um eine horizontale Achse drehbaren Klappthüren in jeder Längenwand des Wagenkastens wesentlich erleichtert ist. Die Construction dieser Wagen, welche von den meisten österreichischen Eisenbahnen angenommen worden ist, dürfte aus Blatt 63 hinreichend ersichtlich sein; auf die Benutzung dieser Wagen für den Kohlenverkehr werden wir bei Gelegenheit der Besprechung der Bahnhofs-Anlagen näher eingehen.

Wenn nach dem Vorhergehenden, schon für den Kohlenverkehr im Allgemeinen, die Einrichtung der Kohlenwagen zur Selbstentladung eine Angelegenheit von grofser Tragweite ist, so tritt dieser Umstand bei den in grofsen Städten gelegenen Kohlenstationen mit ganz besonderer Schärfe hervor. In dieser Lage befindet sich die Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn mit ihrer Station Berlin und den bereits vorhandenen resp. noch anzulegenden Stationen der Ringbahn, welche, abgesehen von der Stadtbahn, für die Folge wohl vorzugsweise dazu berufen sein wird, den Kohlenverkehr für Berlin und seine nächsten Umgebungen zu vermitteln. Mit welchen Zahlen in dieser Beziehung zu rechnen ist und welche Perspective ein Blick in die Zukunft gewährt, geht

*) Nach einer Mittheilung, welche wir der Kgl. Eisenbahn-Direction in Wiesbaden verdanken, besafs die Nassauische Eisenbahn im Jahre 1872 im Ganzen 1324 Stück offene Güterwagen, davon 1250 Stück zu Erz- und Kohlentransporten bestimmt und zu diesem Behufe mit Bodenklappen versehen. Es wird erwähnt, dafs sich der Gebrauch der Bodenklappen bei Erz- und Kohlentransporten sehr gut bewährt habe, während die Klappen die Benutzung der Wagen zu andern Transporten nicht beeinträchtigt und sich überhaupt keinerlei Uebelstände bei dieser Anordnung herausgestellt haben.

Digitized by Google

aus der untenstehenden Statistik*) über den Steinkohlenverkehr der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn hervor, wonach

im Jahre 1853 . . . 1335050 Ctr. Kohle,
- - 1863 . . . 7855755 - -
- - 1873 . . . 42751630 - -

befördert worden sind, der Kohlenverkehr sich also in den ersterwähnten 10 Jahren versechsfacht, in den letzten 10 Jahren mehr als verfünffacht hat, und im Jahre 1873 das 32fache des Jahres 1853 betrug.

Diese Erwägung — die Erfahrung, dafs Arbeitskräfte und Landfuhrwerk für die Entladung und den Transport der Kohlen immer schwieriger und mit immer steigenden Kosten zu beschaffen sind; die Nothwendigkeit, in Folge der erheblichen Preisschwankung der Kohlen grofse Massen derselben auf den Stationen für längere Zeit zu lagern, das Bedürfnifs, sowohl aus Rücksicht der Concurrenz wie selbst der Erleichterung des Strafsenverkehrs wegen die Stationen so nahe als thunlich dem Verkehrscentrum zu legen und den Strafsentransport abzukürzen, die Unmöglichkeit, auf dem bisherigen Wege ohne fortdauernde, bei dem so enorm gestiegenen Werth der Grundstücke, nur mit ganz übermäfsigen Kosten zu bewirkende Erweiterungen der Stationen dem in einer so starken Progression steigenden Verkehr zu genügen — alle diese Erwägungen gaben Veranlassung, für den Kohlenverkehr der Stadt Berlin, soweit derselbe zunächst durch die Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn und die Stationen der Ringbahn vermittelt wird, Einrichtungen zu treffen, die voraussichtlich den höchsten Anforderungen einer ferneren Zukunft entsprechen.

Hierbei galt es zunächst, die Construction der Kohlenwagen der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn, welche bisher für die Selbstentladung nur wenig, zum Theil fast gar nicht eingerichtet sind, den im Vorhergehenden erörterten Anforderungen gemäfs zu modificiren.

Zu diesem Behufe haben die Wagen nicht nur 2 Bodenklappen erhalten, sondern sie sind aufserdem, nach dem Muster der Kaiser Ferdinands-Nordbahn, mit 2 Klapptüren in jeder Längenwand des Wagenkastens versehen, so dafs sich das Verhältnifs der Boden- und Seitenöffnungen ($5{,}_{479}$ □m) zu den Umfassungswänden ($27{,}_{5170}$ □m) des Wagenkastens wie 1 : 5 verhält, — ein Verhältnifs, welches bisher von keiner Bahn erreicht worden ist, und welches es möglich macht, dafs derartig construirte Wagen, selbst wenn dieselben mit schwer zu entladenden grofsen Stückkohlen beladen sind, durch 4 Arbeiter in 10 Minuten ohne alle Schwierigkeiten entladen werden können.

Die Tragfähigkeit dieser Wagen, deren Construction aus Blatt 64 hervorgeht, ist abweichend von der sonst für die offenen Güterwagen der Niederschlesisch-Märkischen, sowie der Schlesischen Bahnen angenommenen Tragfähigkeit, welche, wie schon erwähnt, sehr verschiedene Werthe von 210 bis 300 Ctr. durchlaufen, zu 200 Ctr. angenommen, da ein Versuch, die Schlesischen Bahnen zu einer übereinstimmenden Tragfähigkeit von 250 Ctr. zu bestimmen, ohne Erfolg blieb, und daher mit Rücksicht auf die Vorurtheile, die jede, auch die zweckmäfsigste Aenderung des Bestehenden findet, Bedenken getragen wurde, die Einführung der vorgenannten Construction durch Annahme einer erhöhten Tragfähigkeit zu erschweren.

Das Eigengewicht der Wagen beträgt in Folge der Boden- und Seitenklappen ca. 103 Ctr.

Die Kosten dieser Wagen, von welchen bereits 300 Stück beschafft und noch 500 Stück bestellt sind, beträgt im Durchschnitt incl. Achsen und Räder 1025 Thlr.

Wenn auch mit Bezug darauf, dafs die Kohlenwagen mit Boden- und Seitenklappen erst im Laufe dieses Jahres nach und nach dem Betriebe übergeben worden sind, die damit gewonnenen Erfahrungen noch kein endgültiges Urtheil gestatten, so ist doch bereits, wie erwähnt, festgestellt worden, dafs die Einrichtung in Bezug auf die Leichtigkeit der Entladung nichts zu wünschen übrig läfst, während im Uebrigen in gleicher Weise wie auf der Nassauischen Eisenbahn die Anordnung der Klappen die Benutzung der Wagen zu anderen Transporten nicht beeinträchtigt hat.

Dafs die Vortheile dieser Wagen erst dann zur vollen Geltung kommen werden, wenn durch Anlage von Pfeiler- resp. Sturzbahnen die Entladung der Wagen nach der ihrer Construction zu Grunde liegenden Methode stattfinden kann, bedarf keiner weiteren Ausführung. Jedenfalls mufste mit der Aenderung in der Einrichtung der Kohlenwagen begonnen werden, bevor an die Anlage von Absturzvorrichtungen für den Kohlenverkehr Hand gelegt werden konnte.

Zum Schlufs können wir nicht unterlassen, in wenigen Worten auf die wichtige Stellung hinzuweisen, welche die Güterwagen im Haushalt der Eisenbahnen überhaupt einnehmen. Bis zum Schlufs des Jahres 1872 betrugen auf den Preufsischen Eisenbahnen die Ausgaben für die Beschaffung der Güterwagen einschliefslich Achsen und Räder 99831380 Thlr. oder $10{,}_{8}$ Procent des gesammten Anlage-Capitals von 927469694 Thlr.; diese Beschaffungskosten sind von 20834 Thlr. pro Meile Bahn im Jahre 1852 auf 58162 Thlr. im Jahre 1872 gestiegen, während sich das Anlagecapital pro Meile Bahnlänge von 399088 Thlr. auf 568418 Thlr. erhöht hat.

Dagegen zeigt der von der Einnahme aus dem Güterverkehr, dem Vieh- und Equipagentransport etc. auf jede Güterwagenachse entfallende Antheil eine auffallend geringe Zunahme.

*) Auf der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn sind an Oberschlesischen und Niederschlesischen Steinkohlen befördert worden:

Im Jahre	Ueberhaupt Ctr.	Davon für Station Berlin der Niederschles.-Märkischen Eisenbahn Ctr.	Davon nach den Anschlufsbahnen resp. über Berlin hinaus Ctr.
1859	2724236,0	1267770,0	
1860	3249448,0	1560832,0	28252,0
1861	4170667,0	2094372,0	141447,0
1862	5852796,0	2820553,0	401936,0
1863	7855775,0	3843338,0	543780,0
1864	10754396,0	5281909,0	909084,0
1865	13587176,0	6705074,0	1169302,0
1866	12636811,0	6439751,0	1052085,0
1867	15346289,0	7595074,0	1286289,0
1868	18849131,0	8261906,0	1261838,0
1869	18632508,0	8728344,0	1683841,0
1870	22716710,0	9166352,0	1209296,0
1871	30706122,0	10649915,0	1934638,0
1872	32949009,0	11392263,0	2701814,0
1873	42751630,0	13428301,0	6266289,0

Digitized by Google

Wird in Tabelle 4, Colonne 26 das Jahr 1841 und 1842 aufser Acht gelassen, so ergiebt sich, dafs der vorerwähnte Antheil der Einnahme für jede Güterwagenachse in den 30 Jahren von 1843 bis 1872 nur von 433,$_3$ Thlr. auf 454,$_4$ Thlr. gestiegen ist, während der Durchschnitt während dieser 30 Jahre 452,$_1$ Thlr. beträgt.

Finden auch hier dieselben Erwägungen Platz, welche wir bereits bei dem Erträgnifs der Locomotiven Seite 380 erwähnt haben, dafs nämlich durch die fortdauernde Ermäfsigung der Tarife in Verbindung mit der von Jahr zu Jahr immer überwiegender hervortretenden Beförderung der Kohlen, Erze und anderer niedrig tarifirter Massengüter der Durchschnittsertrag pro Centner und Meile von 7,$_5$ Pf. im Jahre 1841 auf 2,$_9$ Pf. im Jahre 1872 gesunken ist, während die Tragfähigkeit der Güterwagen von etwa 40 bis 45 Ctr. pro Achse auf durchschnittlich 100 Ctr. pro Achse erhöht worden ist, so wird doch aus dem Vorstehenden noch überzeugender hervortreten, von welcher Wichtigkeit die Erhöhung des Nutzeffectes der Güterwagen für die Oekonomie des Betriebes ist, und wie daher bei der immer mehr überwiegenden Beförderung niedrig tarifirter Massengüter und der Zunahme der Betriebskosten jeder Gewinn auf diesem Gebiete die ernsteste Beachtung verdient.

(Schlufs folgt.)

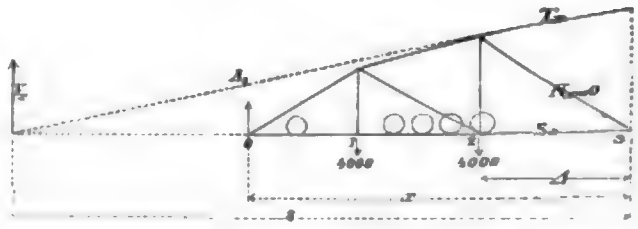
Graphische Ermittelung der Ordinaten und Grenzspannungen für den Schwedler'schen Träger.

(Mit Zeichnungen auf Blatt N im Text.)

Auf Seite 237 des vorigen Jahrgangs dieser Zeitschrift wurde die Construction der Ordinaten des Schwedler'schen Trägers aus der analytischen Gleichung mitgetheilt. Es soll hier die graphische Ermittelung der Ordinaten und Grenzspannungen für den allgemeinen Fall angegeben werden, in welchem als Verkehrsbelastung ein Wagenzug eingeführt wird. Als Beispiel wird dabei wieder ein Träger von 40,$_{000}$ ^{m} Stützweite zum Grunde gelegt. Das Eigengewicht betrage per Meter und Träger 1000 ^{k}, als Verkehrslast wird ein aus vierfach gekuppelten schweren Güterzugmaschinen und Lastwagen gebildeter Zug angenommen. Die Maschinen haben 3,$_{600}$ ^{m} Radstand und 6000 ^{k} Raddruck, die Tender 3,$_{6000}$ ^{m} Radstand und 3500 ^{k} Raddruck, die Lastwagen 2,$_{600}$ ^{m} Radstand und 4000 ^{k} Raddruck.

1. Ermittelung der Form.

Die Form des Trägers wird durch die Bedingung bestimmt, dafs die Minimalspannung der Diagonalen Null ist. Diese Minimalspannung findet statt, wenn der Träger nur durch das Eigengewicht und einen aus vorwärts stehenden Maschinen gebildeten Zug belastet ist, welcher auf der Strecke x aufgestellt wird. Ob hierbei das erste Rad bei $(x - \Delta)$ senkrecht unter dem Kopf der Diagonale steht, oder noch in das Fach vorgeschoben werden mufs, hängt von der noch unbekannten Form des Trägers ab, und wird zur vorläufigen Ermittelung angenommen, das erste Rad befinde sich bei $(x - \Delta)$. Denkt man sich dann den Träger dicht vor x durchschnitten, den rechtsseitigen Theil entfernt und durch die von ihm ausgeübten Widerstände ersetzt, so wirken auf das bleibende Stück: 1) der Auflagerdruck A_0, 2) das Gewicht G_x des Trägertheiles und der Verkehrslast, 3) die



in den durchschnittenen Constructionstheilen thätigen inneren Kräfte, welche sich, da die Diagonalspannung Null sein soll, auf zwei Spannungen T_x und S_x in den Gurtungen reduciren. Bestimmt man nun noch die Resultirende der bekannten äufseren Kräfte (die Transversalkraft $A_0 - G_x = V_x$) und deren Angriffspunkt, so müssen die drei Kräfte T_x, S_x und V_x im Gleichgewichte sein, d. h. die Richtungen derselben müssen in einem Punkte zusammentreffen.

Bei der Bestimmung der Ordinaten ist es hiernach erste Aufgabe, die Angriffspunkte der Resultirenden V_x für die verschiedenen Belastungen zu ermitteln.

Zu dem Ende verzeichnet man das Seilpolygon des Eigengewichtes, indem aus der 4000 ^{k} betragenden Belastung der Knotenpunkte und einer entsprechenden Poldistanz (50000 ^{k}) das Kräftepolygon und damit das in Fig. 1 scharf gezogene Seilpolygon aufgetragen wird. Hiermit ist für jeden Knotenpunkt das Gewicht der entsprechenden einseitigen Belastung zu verbinden. Dies geschieht, indem man aus dem für den belastenden Wagenzug in Fig. 2 hergestellten Seilpolygon den Schwerpunkt der belastenden Räder für den betreffenden Belastungsfall ermittelt und hierauf diese Belastung in das erste Polygon einschaltet. Beispielsweise befinden sich, wenn der Schnitt bei Punkt 3 gemacht wird, das erste Rad der Maschine auf Punkt 2 und aufserdem 3 Maschinen- und ein Tenderrad auf der Strecke $(x - \Delta)$. Der Schwerpunkt dieser Last hat (siehe die erste, verkehrtstehende Maschine in Fig. 2) den Abstand e vom Vorderrad und wird diese Länge e nach links von Punkt 2 in Fig. 1, zugleich aber die Belastung (4 · 6000 + 3500) im Kräftepolygon unterhalb des Eigengewichtes eingetragen. Verlängert man dann die erste Seite des dem Eigengewichte entsprechenden Seilpolygons in Fig. 1 bis zum Schnitt mit der durch den Abstand e bestimmten Vertikalen und zieht durch diesen Punkt eine Parallele mit dem entsprechenden Strahl im Kräftepolygon, so hat man nunmehr ein Seilpolygon, das die einseitige Belastung enthält. Eine Parallele zur Schlufslinie dieses Polygons durch den Pol des Kräftepolygons giebt den Auflagerdruck, der Schnittpunkt zweier Seiten einen Punkt der Resultirenden der zwischen denselben gelegenen Kräfte. So erhält man für Punkt 3 den Schnitt b und analog für die Punkte 2 und 4 die Schnitte a und c.

Nach Bestimmung dieser Punkte ergeben sich die Ordinaten, sobald man eine derselben annimmt. Da der Punkt c nach rechts fällt, so ist der Träger in den vier mittleren Feldern als Parallelbalken zu behandeln. Setzt man die Höhe dieses Theiles zu 5,$_{000}$ ^{m} fest, so ergiebt sich die Ordinate in 2, indem in 3 die Höhe 5,$_{000}$ aufgetragen und dieser Punkt mit b' verbunden, in 1, wenn die auf diese Weise in 2 abgeschnittene Ordinate mit a' verbunden wird. Bei diesem Verfahren können die Ordinaten in beliebigem Maafsstabe aufgetragen werden. Es ergeben sich dadurch

Graphische Ermittelung de
für den Schw

Fig. 4

Längenmassstab 1 200
Kräftemassstab 1 mm 10

Fig. 2

aten und Grenzspannungen
ien Träger.

Fig. 1.

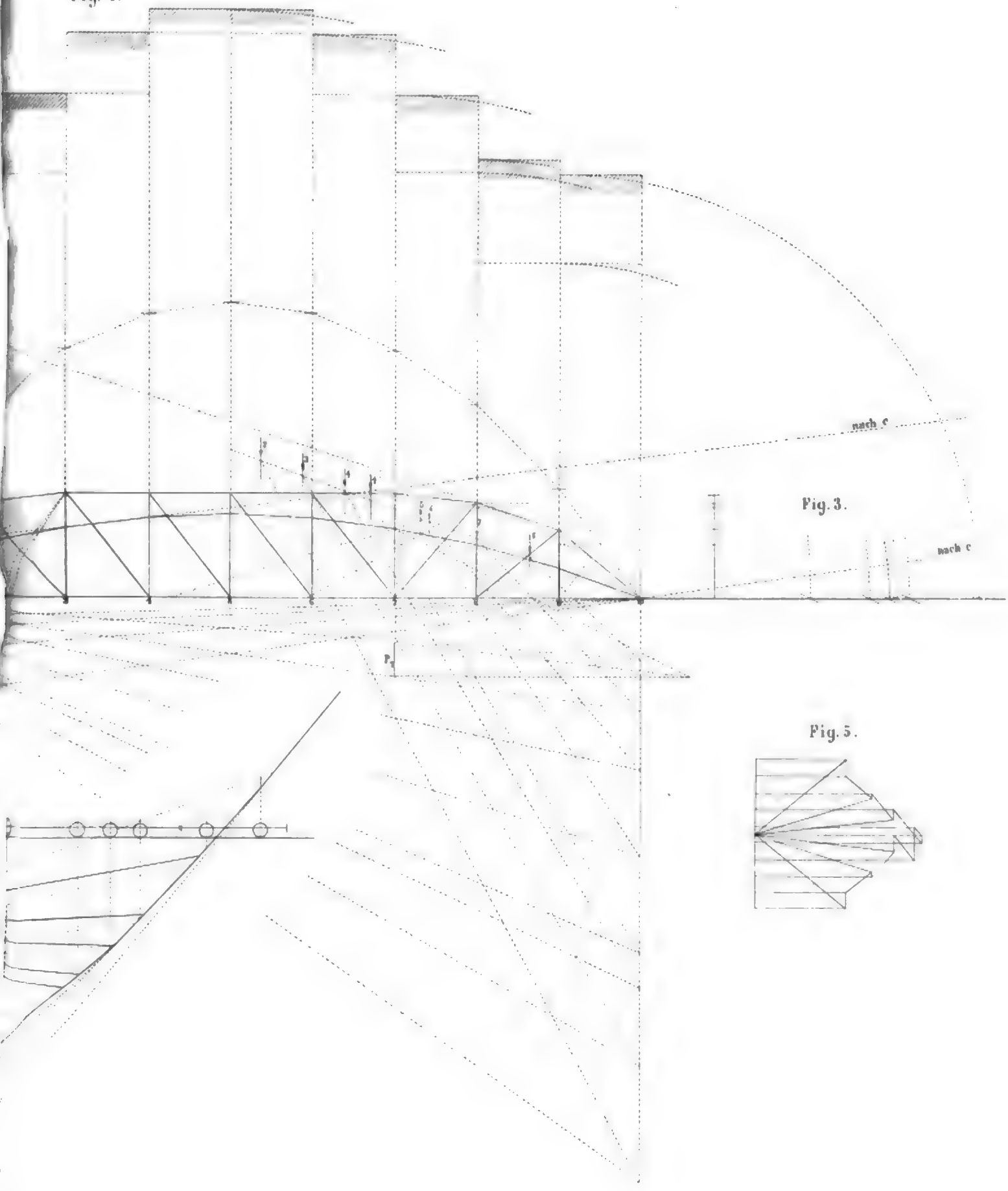


Fig. 3.

Fig. 5.

$y_1 = 3{,}_{180}{}^{m}$, $y_2 = 4{,}_{540}{}^{m}$, $y_3 = 5{,}_{000}{}^{m}$, während für das früher vorausgesetzte Verhältnifs $\frac{p}{x} = \frac{2}{5}$, $y_1 = 3{,}_{000}{}^{m}$, $y_2 = 4{,}_{450}{}^{m}$ sich ergeben hatten.

Diese Ordinaten würden richtig sein, wenn die Minimalspannung der Diagonalen für die vorausgesetzte Zugstellung in dem Augenblicke stattfinden würde, in welchem das erste Rad der Maschine senkrecht unter dem Kopf der Diagonale steht. Thatsächlich ist dies für die Diagonale des dritten, nicht aber für die des zweiten Faches der Fall. Für diese ist ein Rad in das zweite Fach vorzuschieben und tritt die Minimalspannung ein, wenn das zweite Rad der Maschine sich auf Punkt 1 befindet.

Nach den im Jahrgang XX dieser Zeitschrift mitgetheilten Belastungsgesetzen tritt nämlich die Minimalspannung der Diagonalen ein, wenn der Zug auf der Abscisse $(x - \Delta)$ steht, und ist derselbe so lange von der Linken nach der Rechten vorzuschieben, als noch die Ungleichung

$$\frac{G}{P} > \frac{l \cdot s}{\Delta (l - x + s)} - 1$$

besteht. Es bedeuten hierin: G die Gesammtheit der auf der Strecke $(x - \Delta)$ befindlichen Lasten, P die in das Fach Δ vorzuschiebende Belastung, s den Abstand des Schnittpunktes der mit der Diagonale durch senkrechten Schnitt gleichzeitig durchschnittenen Gurtungstheile von der Ordinate y_x, wobei s positiv ist, wenn es links von y_x, negativ, wenn es rechts von y_x gelegen ist.

Für Punkt 2 ist zu setzen:

$$l = 40{,}_{000}, \; s = \frac{4 \cdot 4{,}_{54}}{4{,}_{54} - 3{,}_{19}} = 13{,}_{45}, \; \Delta = 4{,}_{000}, \; x = 8{,}_{000},$$

daher

$$\frac{G}{P} > \frac{40 \cdot 13{,}_{45}}{4\,(40 - 8 + 13{,}_{45})} - 1 \quad \text{oder} > 1{,}_{96}.$$

Da sich im Ganzen 4 Locomotivräder auf der Construction befinden, so ist hiernach das zweite Rad auf Punkt 1 zu stellen.

Schaltet man diese Belastung in das Seilpolygon des Eigengewichts ein, indem man erwägt, dafs das in das Fach vorgeschobene Rad von 6000^{k} Gewicht durch zwei Componenten ersetzt werden mufs, welche in den Knotenpunkten 1 und 2 angreifen, so erhält man nunmehr den Punkt a_3 als einen Punkt der Resultirenden der äufseren Kräfte. Die Verbindung desselben mit $y_2 = 4{,}_{540}{}^{m}$ liefert die Ordinate $y_1 = 3{,}_{250}{}^{m}$, welche, wie man sich leicht überzeugen kann, definitiv beizubehalten ist, wenn man nicht vorzieht, um ganz sicher zu gehen, zunächst y_3 etwas zu vergröfsern und dann auch den mit dem vergröfserten y_3 durch Verbindung mit a_3 erhaltenen Werth y_2 noch zu erhöhen. Die Diagonalen würden dann im Minimum eine kleine Zugspannung behalten und ersieht man zugleich, dafs es zweckmäfsig ist, bei Bestimmung der Form das Eigengewicht nicht zu hoch in Rechnung zu stellen.

Die leicht auszuführende Berechnung ergiebt für die Ordinaten y_1 und y_2 die genauen Werthe $y_1 = 3{,}_{230}{}^{m}$, $y_2 = 4{,}_{544}{}^{m}$.

Mit den so ermittelten Ordinaten können Träger von verschiedener Form hergestellt werden, wenn man die eine Gurtung beliebig gestaltet. Im Folgenden ist ein Träger mit gerader unterer Gurtung gewählt.

2. Ermittelung der Grenzspannungen.

a. Die Gurtungen.

Die Spannungen werden Maxima mit dem Angriffsmoment M_x der äufseren Kräfte. Die Ermittelung dieses letzteren geschieht getrennt für Eigengewicht und Verkehrslast. Für das erstere ergeben sich die Momente aus dem in Fig. 1 scharf gezogenen Seilpolygon, wenn die Ordinaten mit der Poldistanz (50000^{k}) multiplicirt werden. Die Angriffsmomente der Verkehrslast werden mit Hilfe des in Figur 2 gezeichneten Seilpolygons ermittelt. Zur Bestimmung derjenigen Zugstellung, bei welcher an beliebiger Stelle das Maximalmoment eintritt, gelten folgende Sätze (siehe Jahrg. XX dieser Zeitschrift):

1) Die schwersten Lasten sind in der Nähe der Stelle zu concentriren, an welcher das Moment bestimmt werden soll.

2) Es ist dasjenige Rad auf den Punkt x zu stellen, dessen Uebertritt nach links das Verhältnifs

$$\frac{G}{G_1} > \frac{x}{(l - x)}$$

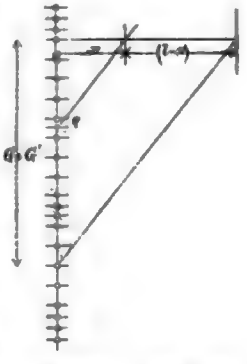
und dessen Uebertritt nach rechts das Verhältnifs

$$\frac{G}{G_1} < \frac{x}{(l - x)}$$

ergiebt.

Hierbei bedeuten: G die Summe aller auf der Strecke x, G_1 die Summe aller auf der Strecke $(l - x)$ befindlichen Belastungen, l die Stützweite.

Zur Bestimmung der fraglichen Zugstellung verzeichnet man zweckmäfsig die Stützweite mit Fachtheilung am Rande eines scharf abgeschnittenen Papierstreifens, den man unter dem im Seilpolygon (Fig. 2) dargestellten Zug verschieben kann. Man bringt diesen Streifen in die Lage, bei welcher man vermuthet, dafs in x das Maximalmoment eintreten werde, und kennt nun auch die ganze auf der Construction befindliche Belastung $G + G_1$. Durch das nebenstehend angedeutete Verfahren erhält man dann im Kräftepolygon das Rad ϱ, welches für den gedachten Zug auf x zu stellen wäre, wenn daselbst das gröfste Moment eintreten soll. Verlassen bei der Verschiebung, welche eventuell nothwendig ist, um dieses Rad auf x zu bringen, keine Räder die Stützweite und treten keine neuen Räder hinzu, so ist die Maximalstellung gefunden. Sind dagegen bei der Verschiebung Räder ein- oder ausgetreten, oder sollen verschiedene Belastungsfälle verglichen werden, so ist das Verfahren in leicht verständlicher Weise zu wiederholen.



Auf diese Weise sind die in Fig. 2 scharf gezogenen Stellungen bestimmt, und demnächst die Ordinaten über den dem Eigengewichte entsprechenden Werthen in Fig. 1 eingetragen und durch eine punktirte Linie verbunden.

Aus diesen Gesammtwerthen erhält man die Spannungen in den Gurtungen, wenn man erwägt, dafs noch die Gleichung

$$M_x = -T_x \cdot t_x = S_{x+1} \cdot y_x$$

besteht, wenn mit T_x die Spannung im oberen Gurt, mit S_x

Digitized by Google

die Spannung im unteren Gurt, mit y_x die Ordinate des Trägerpolygons und mit t_x der Abstand des oberen Gurtes vom Schnittpunkt der Diagonalen und unteren Gurtung bezeichnet wird. Da nun auch noch

$$M_x = H \cdot \eta_x$$

gesetzt werden kann, wenn mit H die Poldistanz des Kräftepolygons und mit η_x die entsprechende Ordinate des Seilpolygons bezeichnet wird, so ist auch noch

$$H \cdot \eta_x = -T_x \cdot t_x = S_{x+1} \cdot y_x.$$

Hieraus ergiebt sich eine einfache Construction. Trägt man nämlich (Fig. 3) am Ende der Poldistanz die Länge t_x oder y_x auf und zieht durch den Endpunkt von η_x eine Parallele zur Verbindungslinie der Enden von t_x und H oder y_x und H, so schneidet diese Parallele auf der Horizontalen die entsprechende Spannung ab. Dieselbe kann noch auf die Vertikale übertragen werden, wie dies in Fig. 1 geschehen ist. Auch kann, wenn die Längen zu grofs ausfallen, der Maafsstab leicht verändert werden.

b. Die Diagonalen

werden Maximum, wenn die Belastung vom Fufs der Diagonale bis zum jenseitigen Auflager reicht. Es ist dabei der Zug so lange von der Rechten nach der Linken vor- d. h. eine Last P in das Fach zu schieben, als noch

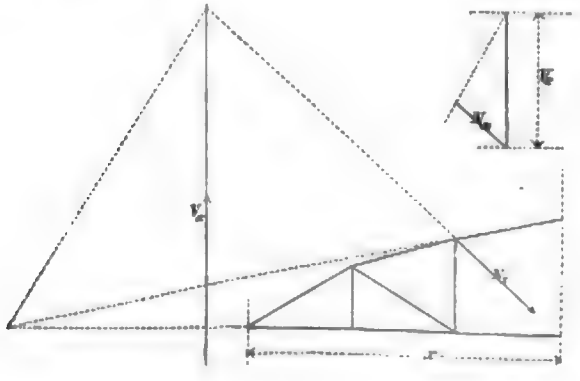
$$\frac{G_1}{P} > \left(\frac{l\,(s-\Delta)}{\Delta\,(s-x)} - 1\right)$$

ist. Es bedeuten dabei:

G_1 die Gesammtheit der auf der Strecke $(l-x)$ befindlichen Lasten, P eine in das Fach eintretende Belastung, Δ die Fachlänge und s den Abstand des Schnittpunktes der mit der Diagonale durch senkrechten Schnitt gleichzeitig durchschnittenen Gurtungstheile von der Ordinate y_x, wobei s positiv ist, wenn der Schnittpunkt links von y, negativ, wenn er rechts von y liegt.

Wendet man diesen Satz an, so findet sich, dafs bei den Punkten 2, 3, 5, 6, 7, 8 das erste Rad auf x zu stellen ist, bei 4 aber ein Rad vorgeschoben werden mufs. Es ist dabei ein Zug mit vorwärts stehenden Maschinen vorausgesetzt und sind die entsprechenden Stellungen in Fig. 2 punktirt eingetragen.

Bei der Auswerthung können die von Eigengewicht und Verkehrslast herrührenden Theile der Spannung entweder getrennt oder im Ganzen ermittelt werden. Letzteres ist in Fig. 1, ersteres in zwei verschiedenen Weisen in den Figuren 2, 4 und 5 geschehen.



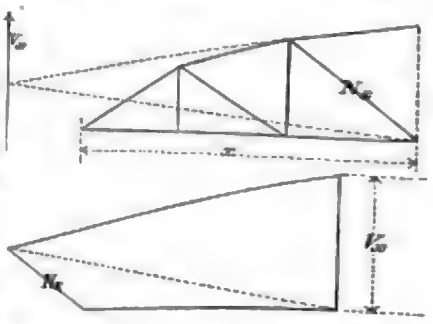
Man hat zunächst die Transversalkraft nach Gröfse und Lage zu bestimmen und erhält dann die Spannung der Diagonale am einfachsten nach vorstehender Methode.

Soll die Spannung für Eigengewicht und Verkehrslast im Ganzen ermittelt werden, so ist die rechtsseitige Verkehrsbelastung in Fig. 1 zum Seilpolygon des Eigengewichtes gerade so einzuschalten, wie dies bei Ermittelung der Ordinaten für die Belastungen der Strecke x geschehen ist. Die Schwerpunkte sind in Fig. 2 abgegriffen und darnach in Fig. 1 die verschiedenen Seilpolygone ergänzt. Parallelen zu deren Schlufslinien geben die Auflagerdrucke und Transversalkräfte und ist dabei nur zu berücksichtigen, dafs bei dem Punkte 4 der Druck des in das Fach vorgeschobenen Rades auf den vorhergehenden Querträger in Abzug gebracht und der Angriffspunkt der Transversalkraft richtig bestimmt wird. Sobald kein Rad in das Fach vorgeschoben ist, ergiebt sich dieser im Schnitt der entsprechenden äufseren Polygonseiten, ist dagegen ein Rad in das Fach eingetreten, so wirkt in diesem Schnittpunkte die Resultirende des Auflagerdruckes und Eigengewichtes und ist dann diese noch mit dem in $(x - \Delta)$ wirkenden Druck des vorgeschobenen Rades zu combiniren.

In Fig. 2 ist die Ermittelung für die Verkehrslast allein vorgenommen. Die Auflagerdrucke und Transversalkräfte sind ermittelt, indem den punktirten Schlufslinien der Seilpolygone für einseitige Belastung durch den Pol des Kräftepolygons parallel gezogen ist, während die vom Eigengewichte herrührenden Spannungen sich aus einem besonderen Kräfteplan (Fig. 5) ergeben.

Das zuletzt angegebene Verfahren der gesonderten Ermittelung ist sehr häufig empfehlenswerth, nicht allein, um die Grenzen kennen zu lernen, innerhalb deren sich die Spannungen bewegen (Wöhler'sches Gesetz), sondern auch, weil sehr häufig die Resultirenden der äufseren Kräfte aufserhalb des Zeichnungsblattes fallen, wenn man den Maafsstab nicht über Gebühr verkleinern will.

Die letzte Bemerkung gilt sehr häufig auch noch für den Schnitt der Gurtungen und den Schnitt zwischen Diagonale und Transversalkraft. Ist dies der Fall, so führt das in Figur 4 angegebene Verfahren zum Ziel, das durch beistehende Figur erläutert wird. Aufserdem sind in Fig. 4 die Transversalkräfte mit einem Seilpolygon bestimmt, dessen Poldistanz der Stützweite gleich angenommen ist. Die Ordinaten dieses Polygons geben über den Knotenpunkten die Transversalkräfte, wenn das erste Rad auf x steht. Ist ein Rad um λ in das Fach vorgeschoben, so giebt die um λ nach links gelegene Ordinate den Auflagerdruck, die Transversalkraft ist an dieser Stelle von einer um $\frac{P \cdot \lambda}{\Delta}$ höher gelegenen Linie aus abzugreifen.



c. Die Pfosten

erreichen im Allgemeinen die Grenzspannung bei derjenigen Belastung, bei welcher die im unbelasteten Gurt mit ihnen

Digitized by Google

zusammentreffende Diagonale Maximum wird. Für die in das Fach eintretenden Lasten hat man noch das Gesetz, dafs der Zug so lange von rechts nach links in das $(x+1)$te Fach vorzurücken ist, als noch

$$\frac{G_1}{F} > \left(\frac{l \cdot s}{J(s-x)} - 1\right).$$

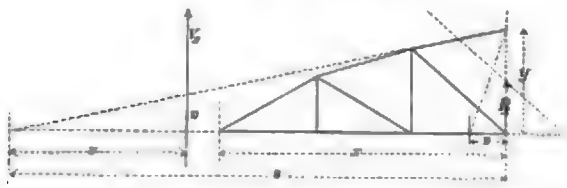
Es bedeutet hierin s den Abstand des Schnittpunktes der mit dem Pfosten durch schrägen Schnitt gleichzeitig getroffenen Gurtungen von y_x.

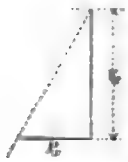
Dies Gesetz ergiebt für alle Pfosten mit Ausnahme von P_3 dieselben Belastungen für P_x und N_{x+1}. Für P_3 mufs aber das erste Rad auf Punkt 4 stehen, während für N_4 ein Rad in das Fach vorgeschoben ist.

Für die Auswerthung ist

$$Vv + P \cdot s = 0 \quad \text{oder}$$

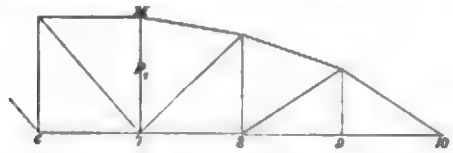
$$P = -V \cdot \frac{v}{s} = -V \cdot \frac{v}{y}.$$





Wenn daher der auf der Transversalkraft zwischen den Verlängerungen der mit dem Pfosten durchschnittenen Gurtungstheile entstehende Abschnitt v senkrecht zu y aufgetragen und durch den Endpunkt von V eine Parallele zur Linie $v \cdot y$ gezogen wird, so giebt der Abschnitt auf der Horizontalen die Gröfse P_x. Dies Verfahren ist in Fig. 1 u. 2 zur Anwendung gekommen, während in Fig. 4 die Spannung im Pfosten aus dem Gleichgewicht des entsprechenden Punktes der oberen Gurtung ermittelt ist, nachdem zuvor die Spannung der Diagonale bestimmt wurde.

Besonders ermittelt ist P_7 in den Figuren 1 u. 2, wenn die Belastung die Strecke 7 – 10 bedeckt. Diese Bestimmung ist mit dem Gleichgewichte des Punktes M vorgenommen, nachdem aus dem Momente M_7 bei einseitiger Belastung die Gurtungsspannung in bekannter Weise ermittelt war.



Der erste und letzte Pfosten sind nur auf Zug in Anspruch genommen, und zwar im Maximum, wenn eine Maschine über dem Querträger steht. Die Beanspruchung ist dann

$$P_1 = P_9 = 4000 + \frac{2 \cdot 12000 \cdot 2_{,88}}{4} = 20800^{\,k}.$$

Bei den erläuterten Ermittelungen ist vorausgesetzt, dafs die Diagonalen als Zugbänder angeordnet, die vier mittleren Felder dem entsprechend mit Gegendiagonalen versehen werden.

Es ist endlich noch von Interesse, diejenigen stetigen Belastungen zu ermitteln, welche gleiche Momente mit der Verkehrslast hervorrufen. Legt man das Moment in der Mitte zum Grunde, so ergiebt sich

$$\pi = \frac{8 \cdot 10_{,3} \cdot 50000}{40 \cdot 40} = 2575^{\,k}.$$

Benutzt man dagegen das Moment bei Punkt 1, so ist

$$\pi_1 = \frac{2 \cdot 50000 \cdot 4_{,000}}{4 \cdot 36} = 2777^{\,k}.$$

Endlich ist leicht zu übersehen, dafs das angegebene Verfahren für Träger von beliebiger Form und nicht nur für den Schwedler'schen Träger giltig ist.

Darmstadt, im Februar 1874. Schäffer.

Bestimmung der zulässigen Spannung für Eisenconstructionen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt O im Text.)

Die Theorie der Constructionen ist so weit ausgebildet, dafs die Ermittelung der totalen Grenzspannungen in den meisten Fällen nicht allein mit definirbarer Sicherheit, sondern auch mit verhältnifsmäfsig geringen Schwierigkeiten erfolgen kann. In unverkennbarem Mifsverhältnifs hierzu steht die Bestimmung der Querschnittsdimensionen. Zutreffend ist nur die Definition des Nettoquerschnittes: als Quotient der Division einer totalen Grenzspannung durch die entsprechende zulässige Spannung, während die Bestimmung dieser letzteren im Allgemeinen unbefriedigt läfst. Weiter aber lassen auch diejenigen Verfahrungsweisen zu wünschen übrig, mit deren Hilfe aus der bekannten „Zugfläche" der Bruttoquerschnitt für die auf Zug oder Druck oder Zerknicken in Anspruch genommenen Theile ermittelt wird.

Hinsichtlich der zulässigen Spannung wurde bis dahin die Bezugnahme auf die Elasticitätsgrenze, welche für Eisen etwa zwischen 1500 ^{k} und 1600 ^{k} pro $\square^{cm}$ zu suchen war, für am meisten richtig gehalten. Man führte entweder eine bestimmte, etwa zweifache Sicherheit gegen Ueberschreitung dieser Grenze ein, oder man ermittelte für verschiedene Verhältnisse auch verschiedene zulässige Spannungen mehr oder weniger willkürlich oder nach bestimmten Regeln.

Für die Begründung dieser Annahmen sind besonders hervorzuheben: eine Arbeit von J. W. Schwedler im Jahrgang 1862 dieser Zeitschrift, und eine von Gerber aufgestellte Regel. In ersterer wurde auf Grund der bis dahin gemachten Erfahrungen und an der Hand von theoretischen Betrachtungen nachgewiesen, dafs die Anwendung einer Spannung von ca. 720 ^{k} für die Zwecke des Brückenbaues nicht unangemessen sei. Gerber definirte dagegen dahin, dafs die $n$fache Sicherheit gegen Ueberschreiten der Elasticitätsgrenze offenbar darin zu finden sei, wenn eine aus dem Eigengewicht und dem $n$fachen der Verkehrslast bestehende Belastung die Spannung auf den der Elasticitätsgrenze entsprechenden Werth bringen würde. Es ist dabei vorausgesetzt, dafs die Spannungen proportional mit dem Eigengewicht (p) und der Verkehrslast (π) wachsen, wonach dann die zulässige Spannung σ aus der Gleichung:

$$\sigma = \frac{p + \pi}{p + n\pi} \cdot 1600^{\,k} \quad \ldots \quad (1)$$

Digitized by Google

ermittelt werden konnte. Der Coefficient n wurde hierin anfänglich $= 3$ eingeführt und dieser Werth später, nachdem die Verkehrslast in hinreichend schweren Locomotiven und Wagenzügen Berücksichtigung gefunden hatte, auf $2{,}_2$ bis $2{,}_4$ ermäßigt.

Wenn nun auch in vorgedachter Weise entweder ganz willkürlich oder auf Grund mehr oder minder begründeter Annahmen verfahren wurde, so entbehrte die Ermittelung doch der befriedigenden wissenschaftlichen Grundlage, waren für Theile, welche abwechselnd auf Zug und Druck zu widerstehen hatten, Anhaltspunkte überhaupt nicht vorhanden.

Diese oft empfundene Lücke haben die Versuche von Wöhler bis zu einem gewissen Grade ausgefüllt, dieselben haben zum mindesten einen Ausgangspunkt geschaffen, von welchem aus auf Grund von weiteren Versuchen und Beobachtungen die Bestimmung der zulässigen Spannung mit größerer Sicherheit wird geschehen können. Die Versuche sind allerdings nicht unter Verhältnissen angestellt, welche denen entsprechen, in welchen sich die Stäbe einer Construction gemeinhin befinden, doch zeigen sie gewissermaafsen die Richtung an, und wenn sie auch in dieser Beziehung hinreichen, um gewisse Grundgesetze hervortreten zu lassen, so wird doch zunächst nichts übrig bleiben, als durch Wahl entsprechender Sicherheitscoefficienten die auf Grund der Versuche anzuwendenden thatsächlichen Spannungen nicht allzu weit von den Grenzen zu entfernen, welche seither als gerechtfertigt befunden worden sind. Es wird dies so lange nothwendig sein, bis durch weitere Versuche und Erfahrungen, welche unter Verhältnissen angestellt sind, die mit denen übereinstimmen, in welchen sich die Stäbe der Constructionen thatsächlich befinden, neue Aufschlüsse gegeben, bis der Einfluss der Verbindungen und die Verhältnisse dieser selbst genauer festgestellt sind. Schon jetzt genügen indessen die gewonnenen Resultate, um zu zeigen, dafs es nicht gerechtfertigt ist, unter verschiedenen Verhältnissen dieselbe zulässige Spannung einzuführen, und im Weiteren wird hinsichtlich der früheren Bestimmungen eine Annäherung an die erwähnte Regel von Gerber zu Tage treten.

Die Versuche von Wöhler sind schon verschiedentlich in der angedeuteten Weise zu Folgerungen benutzt worden, so von Launhard im Jahrgang 1873 der deutschen Bauzeitung und neuerdings von Meyer in der Zeitschrift des österreichischen Architekten- und Ingenieur-Vereins. In hervorragender Weise ist der Gegenstand von Gerber im Jahre 1872 behandelt und zwar durch ein „Programm für die Berechnung von Eisenconstructionen", das von der bayerischen Regierung adoptirt, bis jetzt aber noch nicht veröffentlicht worden ist. Im Folgenden schliefse ich mich den Folgerungen von Gerber an, von denen ich nur in der Anwendung abweiche.

Zur Uebersicht ist zunächst erforderlich, die wesentlichen Resultate der Wöhler'schen Versuche hervorzuheben. Dieselben heifsen:

2) **Der Bruch des Materiales kann nicht allein durch eine die Bruchfestigkeit überschreitende ruhende Belastung, sondern auch durch kleinere Lasten hervorgerufen werden, wenn dieselben nicht ruhend, sondern in vielfach wiederholtem Wechsel einwirken.**

Wird nämlich die in einem Stabe vorhandene Spannung σ um eine gewisse Gröfse Δ abwechselnd in der Weise vermehrt, dafs nach Eintritt der Spannung $\sigma + \Delta$ der Stab durch Entfernung der Belastung auf die Spannung σ zurückkehrt, und dieser Vorgang beliebig oft wiederholt, so giebt es für jede Anfangsspannung σ eine Zusatzspannung Δ von solcher Gröfse, dafs auch bei einer ungemein grofsen — unendlichen — Anzahl von Wechseln zwischen den Spannungen σ und $\sigma + \Delta$ der Stab nicht zerbricht, der Bruch aber eintritt, sobald Δ jenen Specialwerth überschreitet. Dies geschieht nach einer um so kleineren Anzahl von Wechseln, je mehr die Zusatzspannung von jenem Specialwerthe von Δ abweicht, und ist hiernach:

2) **die Differenz der Spannungen, welche die Beanspruchungen eines Stabes eingrenzen, für die Zerstörung oder für die Bestimmung der zulässigen Spannung maafsgebend.**

Die absolute Gröfse der eingrenzenden Spannungen hat hierbei nur insoweit Einfluss, als mit wachsender Spannung die Zusatzspannungen, welche den Bruch herbeiführen, sich verringern.

Bei Bestimmung der Differenz σ max. — σ min. werden ein für allemal **Zugspannungen als positive, Druckspannungen als negative** Gröfsen eingeführt, und folgt hieraus, dafs für solche Theile, bei denen die Spannung aus Zug in Druck übergeht, die maafsgebende Differenz Δ der Summe der absoluten Werthe der eingrenzenden Spannungen gleich ist.

Die Versuche von Wöhler sind nicht für Beanspruchung auf Druck fortgesetzt, ebenso auch nicht für Wechsel von Zug- und Druckspannung bei ungleicher Gröfse dieser Spannungen, so dafs man vorläufig nur in der Lage ist, auf die Wirkung dieser Belastungen zu schliefsen.

In dieser Beziehung lassen sich noch die beiden folgenden Sätze als wahrscheinlich annehmen.

3) **Wirkt die Zusatzbelastung Δ der vorhandenen Spannung σ entgegen, so dafs bei jedem Wechsel eine Entlastung um Δ eintritt, während vorher eine Spannungszunahme um Δ vorausgesetzt wurde, so bleibt für denselben Werth von Δ die Gröfse der eingrenzenden Spannungen unverändert.**

Es ist hiernach gleichgiltig, ob eine Faser von einer anfänglichen Spannung $\sigma - \Delta$ in dauerndem Wechsel auf σ gespannt wird, oder ob dieser Wechsel zwischen der Anfangsspannung σ und der Endspannung $(\sigma - \Delta)$ durch eine Zusatzspannung $-\Delta$ stattfindet.

4) **Die für Beanspruchung auf Zug ermittelten Grenzwerthe sind auch für Beanspruchung auf Druck zulässig.**

Diese Annahme läfst sich durch die Thatsache begründen, dafs einseitig gebogene Stäbe stets durch Zerreifsen der auf Zug beanspruchten Fasern zerbrochen sind. Wenn daher vorläufig die für Zug ermittelten Werthe auch für Druck angewandt werden, so wird dadurch eine hinreichende Sicherheit bewirkt.

Es sei nun K die Bruchspannung für ruhende Belastung, σ_u die Anfangs-, σ_o die Endspannung und Δ der entsprechende Werth der Zusatzspannung $\Delta = \sigma_o - \sigma_u$ und werde für rechtwinkelige Coordinaten

Digitized by Google

Bestimmung der zulässigen Spannung für Eisenconstructionen.

Fig. 1.

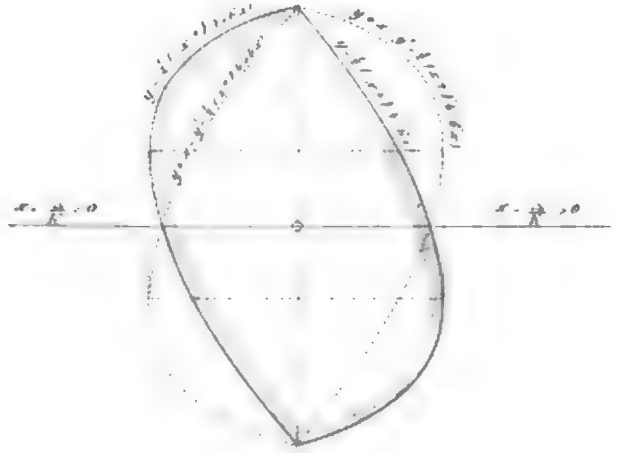
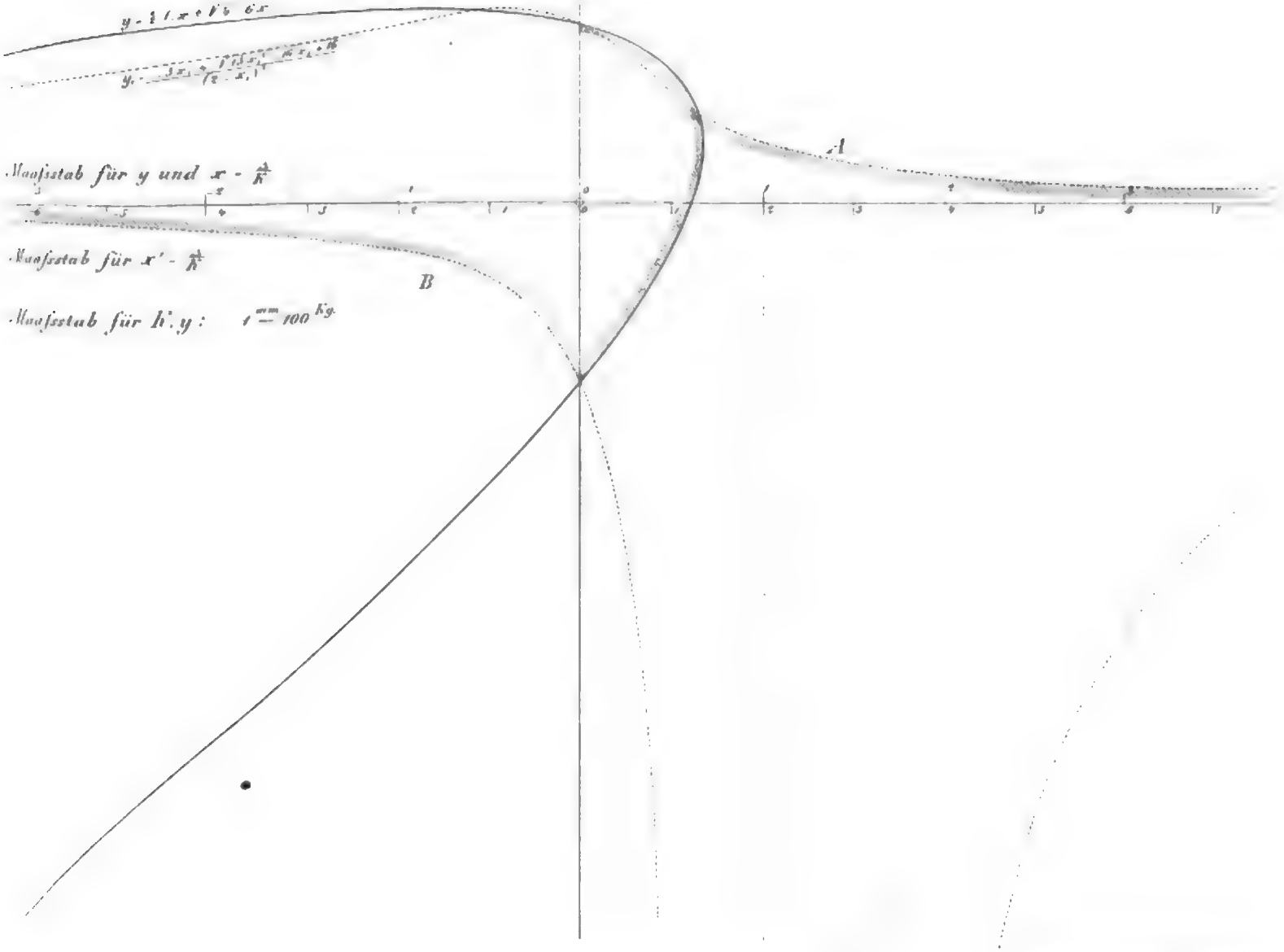


Fig. 2.



$$x = \frac{\Delta}{K} = \frac{\sigma_o - \sigma_u}{K} \quad \ldots \ldots \quad (2)$$

$$y = \frac{\sigma_u}{K} \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

gesetzt. Zur Bestimmung der Gestalt einer Curve, welche den Zusammenhang zwischen x und y darzustellen vermag, hat man dann folgende Hauptpunkte:

1) Für jeden Werth von x müssen sich nach dem Früheren zwei Punkte ergeben und zwar derart, dafs dem einen Werthe y ein zweiter $-\left(y + \frac{\Delta}{K}\right) = -(y + x)$ entspricht.

2) Für $x = \frac{\Delta}{K} = 0$

wird

$$y = \frac{\sigma_u}{K} = \pm 1.$$

3) Für Stäbe, bei welchen die Beanspruchung auf Zug und Druck in gleicher Gröfse wechselt, sind die eingrenzenden Spannungen $\sigma_u = -\frac{\Delta}{2}$, $\sigma_o = \frac{\Delta}{2}$, und zugleich wird hier der Maximalwerth für $x = \frac{\Delta}{K}$ erreicht, indem die beiden für alle kleineren x nöthigen zwei Punkte hier zusammenfallen.

Diesen drei Sätzen entspricht etwa die in der Skizze Fig. 1 auf Bl. O für positives oder negatives Δ angedeutete Curve, wobei die Anfangsspannung scharf gezogen, die entsprechende Endspannung aber punktirt ist.

Betrachtet man von diesen vier Curven, welche beziehungsweise dieselbe Form haben, diejenige für $\frac{\sigma_u}{K}$ und $x = \frac{\Delta}{K} > 0$, so kann für dieselbe, wie dies von Gerber geschehen ist, zur Annäherung eine Parabel angenommen werden. Die Gleichung derselben ist auf Grund der durch die Wöhlerschen Versuche gegebenen Hauptwerthe zu bestimmen, demnächst aber ihr Verlauf mit den weiteren Resultaten der Versuche zu vergleichen, um eine genügende Uebereinstimmung nachzuweisen.

Für Eisen ist:

$$K = 3500^{k},$$
$$\Delta \max = \tfrac{2}{3} \cdot 3500 = 2340^{k}$$

und hiermit die Gleichung der entsprechenden Parabel

$$y^2 + \frac{x^2}{4} + x \cdot y + \frac{3}{2} x - 1 = 0 \quad \ldots \quad (4^a)$$

oder

$$y = \tfrac{1}{2}\left(-x \pm \sqrt{4 - 6x}\right) \quad \ldots \quad (4^b)$$

$$x = -(2y + 3) + \sqrt{12y + 13}. \quad \ldots \quad (4^c)$$

Man erhält hiermit:

Nach Wöhler		Nach der Gleichung		
σ_u	$\sigma_o - \sigma_u$	x	σ_u	$\sigma_o - \sigma_u$
3500	0	$0_{,000}$	3500	0
1750	**1460**	$0_{,359}$	1750	**1360**
0	**2190**	$0_{,806}$	0	**2120**
— 1170	2340	$0_{,666}$	— 1170	2340

Die Uebereinstimmung der fettgedruckten Zahlen ist allerdings keine vollständige, indem die aus der Gleichung erhaltenen Werthe zu klein ausfallen, doch darf mit Rücksicht auf frühere Bemerkungen die Form einstweilen beibehalten werden.

Für Stahl ergiebt sich in ähnlicher Weise mit

$$K = 7300^{k},$$
$$\Delta \max = \tfrac{5}{9} \cdot 7300 = 4056^{k}$$

die Gleichung

$$y^2 + \frac{x^2}{4} + xy + 1_{,8}\, x - 1 = 0.$$

Zur Anwendung übergehend, bezeichnen nun weiter: $P\max.$ und $P\min.$ die Grenzwerthe der totalen Beanspruchung, f den Querschnitt eines Constructionstheiles, und werden dabei die Bezeichnungen max und min algebraisch verstanden. Man hat dann:

$$\sigma_o = \frac{P\max}{f} \quad \ldots \ldots \quad (6)$$

$$\sigma_u = \frac{P\min}{f} \quad \ldots \ldots \quad (7)$$

$$\sigma_o - \sigma_u = \frac{P\max - P\min}{f} = \Delta. \quad \ldots \quad (8)$$

Bedeutet noch k die zulässige Spannung in Bezug auf $P\max$, so ist noch

$$f = \frac{P\max}{k} \quad \text{oder} \quad \ldots \ldots \quad (9)$$

$$\frac{\Delta}{k} = \frac{P\max - P\min}{P\max}, \quad \ldots \ldots \quad (10)$$

wonach in jedem speciellen Fall der Werth von $\frac{\Delta}{k}$ bekannt wird. Die nothwendige Sicherheit wird aber darin zu finden sein, dafs der Einfluss derjenigen Belastungen, von welchen die Zusatzspannung abhängt, im $n$fachen Betrage eingeführt und so eine $n$fache relative Tragfähigkeit erreicht wird. Der Coefficient n ist nach früher Gesagtem so zu bestimmen, dafs die schliefslich bei der gewöhnlichen Belastung stattfindende Spannung nicht erheblich die bis dahin gebräuchlichen Grenzwerthe überschreitet und zwar so lange, bis weitere, der Thatsächlichkeit entsprechende Versuche genauere Grundlagen für die Anwendung höherer Spannungszahlen gegeben haben. Es ist hierbei noch besonders zu berücksichtigen, dafs zur Anwendung hoher Spannungen um so weniger Grund vorhanden ist, als in Folge mangelhafter Detaillirung sehr häufig erheblich höhere Spannungen auftreten, dafs vor allem plötzliche Querschnittsänderungen gar nicht zu vermeiden sind und dafs hinsichtlich der Detailbildung viel mehr schädliche Fehler gemacht werden, als durch Anwendung einer etwas zu niedrig gegriffenen Spannungszahl. Man würde in diesem Sinne auch verschiedene Sicherheitsgrade für die verschiedenen Theile anwenden müssen und unter anderem in der Regel die Gurtungen relativ höher belasten dürfen als die Diagonalen. Sorgfältiges Studium der Details ist besonders zu betonen und wäre gerade in dieser Richtung die Anstellung von Versuchen über die Festigkeit der Verbindungen und deren Einfluss besonders nothwendig. Die Erfahrung hat bereits Brüche von mangelhaft angeordneten Verbindungen auch bei Schmiedeeisen gezeigt, die Zukunft wird noch öfter zu solchen Erfahrungen Gelegenheit geben, und es kann nur immer wieder hervorgehoben werden, dafs hier die Ingenieurwissenschaft nicht auf den wünschenswerthen und nothwendigen Grundlagen bauen kann. Den an jede rationelle Construction zu stellenden Anforderungen einer richtigen Anordnung im Allgemeinen, richtigen Bestimmung der Grenzspannungen und endlich einer richtigen Ermittelung der Querschnitte und guter Detaillirung fehlt in Bezug auf die

Digitized by Google

beiden letzten Punkte sehr häufig das wünschenswerthe Maafs von Erkenntnifs.

Im Nachstehenden soll noch versucht werden, für den dritten Punkt: die Bestimmung der Querschnittsdimensionen, eine etwas sicherere Grundlage zu gewinnen.

Es war ermittelt:

$$\frac{\Delta}{k} = \frac{P\max - P\min}{P\max} \quad \ldots\ldots (10)$$

Sehr häufig kann nun, wenn die vom Eigengewicht herrührende Belastung durch den Index p, die von der Nutzlast hervorgerufene mit dem Index π versehen wird, gesetzt werden:

$$P_{\max} = P_p + P_\pi^{\max} \quad \ldots\ldots (11)$$

$$P_{\min} = P_p + P_\pi^{\min} \quad \ldots\ldots (12)$$

und damit zunächst

$$\frac{\Delta}{k} = \frac{P_\pi^{\max} - P_\pi^{\min}}{P_p + P_\pi^{\max}} \quad \ldots\ldots (13)$$

Definirt man nun, wie dies oben geschehen ist, die $n$fache Sicherheit dadurch, dafs die Stützlast mit $n$fachem Betrag in Rechnung gestellt wird, so wäre thatsächlich der Werth $\frac{\Delta}{k}$ aus der Gleichung

$$\frac{\Delta}{k} = \frac{n\,(P_\pi^{\max} - P_\pi^{\min})}{(P_p + n\,P_\pi^{\max})} \quad \ldots\ldots (14)$$

und der Querschnitt f aus:

$$f = \frac{P_p + n\,P_\pi^{\max}}{k} \quad \ldots\ldots (15)$$

zu bestimmen. Die in der Construction vorkommende gröfste Spannung beträgt dann theoretisch

$$\sigma = \frac{P_p + P_\pi^{\max}}{f} = \frac{P_p + P_\pi^{\max}}{P_p + n\,P_\pi^{\max}} \cdot k. \quad (16)$$

Als specielle Fälle können hieraus hervorgehoben werden:

1) Die eine Grenzspannung ist (wie bei Gegendiagonalen) Null. Dann wird:

$$\frac{\Delta}{k} = \frac{P_p + n\,P_\pi^{\max}}{P_p + n\,P_\pi^{\max}} = 1$$

und

$$k = 2120^{\,k},$$

wie sich später finden wird.

2) Der Wechsel findet zwischen Zug und Druck von gleicher Gröfse statt: dann ist, wenn noch $P_p = 0$ gesetzt werden darf,

$$\frac{\Delta}{k} = 2 \quad \text{und}$$

$$k = 1170^{\,k}.$$

Die vorstehend in den Gleichungen 14, 15 und 16 enthaltenen allgemeinen Beziehungen, die mit jeder vollständigen Berechnung einer Construction auswerthbar sind, lassen sich noch specialisiren. Sehr oft, wie für die Gurtungen, läfst sich $P_\pi^{\min} = 0$, P_p und P_π aber proportional mit p und π annehmen, wonach dann

$$\frac{\Delta}{k} = \frac{n\,\pi}{p + n\,\pi} \quad \ldots\ldots (17)$$

$$f = \frac{P_p + P_\pi^{\max}}{k} \quad \ldots\ldots (18)$$

$$\sigma = \frac{p + \pi}{p + n\,\pi} \cdot k \quad \ldots\ldots (19)$$

gesetzt werden darf. Der letzte Ausdruck hat Aehnlichkeit mit dem früher von Gerber gegebenen und unterscheidet er sich von demselben nur dadurch, dafs in ihm der Werth von k nicht die der sogenannten Elasticitätsgrenze entsprechende constante, sondern die den thatsächlichen Verhältnissen Rechnung tragende, in jedem Falle besonders zu ermittelnde Spannung bedeutet. Wenn man will, so könnte hier k die Elasticitätsgrenze bei Schwingungen genannt werden, während der dem Verhältnifs

$$\frac{\Delta}{k} = \frac{\pi}{p + \pi}$$

entsprechende Werth von k die Bruchgrenze bei Schwingungen darstellt.

Auf Grund der vorstehend entwickelten allgemeinen oder specialisirten Gleichungen wird in jedem Fall aus der statischen Berechnung der totalen Grenzspannungen der Werth des Quotienten $\frac{\Delta}{k}$ bekannt. Es handelt sich jetzt noch darum, k auf Grund der Ergebnisse der Wöhler'schen Versuche zu bestimmen.

Für Schmiedeeisen war in Gleichung 4 gefunden

$$y = \tfrac{1}{2}\,(-x \pm \sqrt{4 - 6x}) \quad \ldots\ldots (4)$$

oder

$$\frac{\sigma_a}{K} = \frac{1}{2}\left(-\frac{\Delta}{K} \pm \sqrt{4 - \frac{6\cdot\Delta}{K}}\right).$$

Hieraus folgt für $\frac{\sigma_e}{K} = \frac{\sigma_a + \Delta}{K}$

$$\frac{\sigma_e}{K} = \frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{K} \pm \sqrt{4 - \frac{6\,\Delta}{K}}\right)$$

und weil noch σ_e als zulässige Spannung mit k zu bezeichnen ist, auch

$$\frac{k}{K} = \frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{K} \pm \sqrt{4 - \frac{6\,\Delta}{K}}\right) \quad \ldots\ldots (20^a)$$

Diese Gleichung kann leicht auf die Form

$$\frac{k}{K} = \frac{\left(-3\,\frac{\Delta}{k} \pm \sqrt{13\,\frac{\Delta^2}{k^2} - 16\,\frac{\Delta}{k} + 16}\right)}{\left(2 - \frac{\Delta}{k}\right)^2} \quad (20^b)$$

oder, wenn $\frac{k}{K} = y_1$, $\frac{\Delta}{k} = x_1$ gesetzt wird, auf die

$$y_1 = \frac{-3x_1 \pm \sqrt{13x_1^2 - 16x_1 + 16}}{(2 - x_1)^2} \quad . \quad (20^c)$$

gebracht werden und ergiebt dieselbe unmittelbar den fraglichen Werth von k, nachdem $\frac{\Delta}{k}$ bekannt ist.

Der Gleichung 20^c entspricht die Curve Fig. 2 auf Bl. O. Man überzeugt sich leicht, dafs für $\frac{\Delta}{k} = x_1$ positiv nur der schraffirte Theil A, für $\frac{\Delta}{k} = x_1$ negativ der schraffirte Theil B gilt, indem diese den zutreffenden Theilen der Parabel $\frac{\sigma_a}{K}$, für welche der Werth $\frac{\Delta}{K} = x$ die Abscissen gab, entsprechen. Das bedeutet auch, dafs bei Benutzung der Gleichung 20^b oder 20^c für positive $\frac{\Delta}{k}$ nur das positive, für negative $\frac{\Delta}{k}$ nur das negative Zeichen vor der Wurzel zu benutzen ist. Man erhält unter anderem für:

Digitized by Google

$$\varkappa_1 = \frac{J}{k} = 0; \quad k = 3500^{k},$$
$$= 1; \quad k = 2120 \text{ -}$$
$$= 2; \quad k = 1170 \text{ -}$$
$$= 4; \quad k = 568 \text{ -}$$
$$= \infty; \quad k = 0 \text{ -}$$

Zusammengestellt würde bei der Querschnittsbestimmung wie folgt zu verfahren sein:

Man ermittelt auf Grund der durch die statische Berechnung gegebenen Beanspruchungen den Quotienten

$$\frac{J}{k} = \frac{n(P_\pi^{max} - P_\pi^{min})}{P_p + nP_\pi^{max}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

dann:

$$k = K \frac{\left(-3\frac{J}{k} \pm \sqrt{13\frac{J^2}{k^2} - 16\frac{J}{k} + 16}\right)}{\left(2 - \frac{J}{k}\right)^2} \quad (20)$$

wobei das positive oder negative Zeichen zu nehmen ist, je nachdem der Werth $\frac{J}{k}$ positiv oder negativ. Hierbei können Tabellen oder graphische Darstellungen zu Hilfe genommen werden.

Dann ergiebt sich schliefslich der Querschnitt:

$$f = \frac{P_p + nP_\pi^{max}}{k} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

und die der ruhend gedachten, einfachen Verkehrslast entsprechende Spannung

$$\sigma = \frac{P_p + P_\pi^{max}}{P_p + nP_\pi^{max}} \cdot k. \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

Bei consequenter Anwendung dieses Verfahrens wird $\frac{J}{k}$ negativ, wenn die eingrenzenden totalen Grenzspannungen Druckspannungen sind, und erhält man dann die zulässige Spannung k, unter Anwendung des negativen Zeichens in Gleichung 20, als auf die dem absoluten Werthe nach kleinere der totalen Grenzspannungen bezogen. Man kann dagegen diejenige zulässige Spannung anwenden, welche das positive Zeichen der Gleichung 20 giebt, wenn die Querschnittsbestimmung mit der dem absoluten Werthe nach gröfsten der totalen Grenzspannungen vorgenommen und der entsprechende Werth $\frac{J}{k}$ positiv eingeführt wird.

Es erübrigt noch die Bestimmung des Sicherheitscoefficienten n. Derselbe kann nicht unter allen Umständen constant sein und ist dessen Bestimmung etwa von nachstehenden Momenten abhängig:

1) von der Dauer, welche man der Construction zu geben wünscht,

2) von der richtigen Anwendung und Berechnung der Construction im Allgemeinen,

3) von der Detailbildung, d. h. der mehr oder weniger guten Anordnung der Verbindungen,

4) von der Natur der Stützlast, deren Stöfsen und dem in Folge der Durchbiegung vermehrten Einflusse der bewegten Last, von der Eventualität einer Vergröfserung der Stützlast,

5) von der Güte des Materiales und der Ausführung.

Für Eisenbahnbrücken dürfte etwa der Werth $n = 3{,}5$ bis $4{,}0$ Anwendung finden können.

Um einen Vergleich zu ermöglichen, sollen die oben entwickelten Ausdrücke 17 und 19 benutzt werden, welche für den speciellen Fall gelten, dafs $P_\pi^{min} = 0$ ist und die Beanspruchungen proportional mit der Belastung wachsen. Man hat dann:

$$\frac{J}{k} = \frac{n\pi}{p + n\pi} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

$$\sigma = \frac{p + \pi}{p + n\pi} \cdot k \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

$$k = K \frac{\left(-3\frac{J}{k} + \sqrt{13\frac{J^2}{k^2} - 16\frac{J}{k} + 16}\right)}{\left(2 - \frac{J}{k}\right)^2}$$

und wenn nach $n = 3{,}5$ gesetzt wird:

$$\frac{J}{k} = \frac{3{,}5}{3{,}5 + \frac{p}{\pi}}$$

$$\sigma = \frac{1 + \frac{p}{\pi}}{3{,}5 + \frac{p}{\pi}} \cdot k$$

Hiermit erhält man nachstehende Tabelle für verschiedene Werthe des Verhältnisses $\frac{p}{\pi}$:

$\frac{p}{\pi}$	$\frac{J}{k}$	k	σ	$\frac{p}{\pi}$	$\frac{J}{k}$	k	σ
$0{,}0$	$1{,}000$	2120	600	$0{,}8$	$0{,}814$	2395	1000
$0{,}2$	$0{,}946$	2197	712	$1{,}0$	$0{,}777$	2450	1088
$0{,}4$	$0{,}897$	2268	814	$1{,}2$	$0{,}745$	2502	1171
$0{,}6$	$0{,}853$	2334	910	$1{,}4$	$0{,}714$	2550	1250

Weiter findet sich für besondere Fälle:

1) Die eine Grenzspannung ist Null:

$$\frac{J}{k} = 1$$
$$k = 2120^{k}$$
$$\sigma = \frac{2120}{3{,}5} = 600^{k}.$$

2) Die Beanspruchung wechselt zwischen Zug und Druck von gleicher Gröfse:

$$\frac{J}{k} = 2$$
$$k = 1170^{k}$$
$$\sigma = \frac{1170}{3{,}5} = 334^{k}.$$

Für $n = 4$ ergiebt sich noch folgende Tabelle:

$\frac{p}{\pi}$	$\frac{J}{k}$	k	σ	$\frac{p}{\pi}$	$\frac{J}{k}$	k	σ
$0{,}0$	$1{,}000$	2120	530	$0{,}8$	$0{,}833$	2365	887
$0{,}2$	$0{,}952$	2187	625	$1{,}0$	$0{,}800$	2416	966
$0{,}4$	$0{,}909$	2251	714	$1{,}2$	$0{,}769$	2464	1042
$0{,}6$	$0{,}869$	2310	804	$1{,}4$	$0{,}741$	2509	1115

Das Verhältnifs $\frac{p}{\pi} = 0{,}5$ entspricht bei eingeleisigen Eisenbahnbrücken etwa einer Stützweite von $50{,}000^{m}$, $\frac{p}{\pi} = 1$ etwa einer solchen von $100{,}000^{m}$. Das gesammte Eigengewicht kann solchenfalls für die Stützweite l in Kilogramm per laufenden Meter

$$p = 800 \text{ (bis } 1000) + 28 \text{ (bis } 30)\, l$$

Digitized by Google

geschätzt werden. Die Verkehrslast ist, auf gleichförmige Belastung reducirt, für verschiedene Weiten verschieden. Für einen aus drei schweren Güterzugmaschinen und kurzen Lastwagen bestehenden Zug ergeben sich die Werthe der nachstehenden Tabelle. Es entspricht hierbei π dem gröfsten Momente in der Mitte, π_1 dem gröfsten Auflagerdrucke. Die bespannenden Maschinen, von denen die erste verkehrt steht, haben 4 gekuppelte Achsen mit zusammen $3{,}_{600}$ m Radstand und 6000 k Raddruck, die Tender 3 Achsen mit $3{,}_{600}$ m Radstand und 3500 k Raddruck, die Lastwagen 2 Achsen mit $2{,}_{600}$ m Radstand und 4000 k Raddruck. Die Maschinen entsprechen denen der hessischen Ludwigseisenbahn.

l	π	π_1	l	π	π_1
1	24000	24000	9	7820	8800
2	12000	16800	10	7300	8360
3	11200	14400	15	5790	7510
4	10800	13200	20	5620	6900
5	9980	12290	30	5180	6120
6	9600	11200	40	5080	5700
7	9010	10190	50	4860	5370
8	8400	9300	60	4650	5080
70	4370	4860	100	3940	4400
80	4220	4670	110	3810	4290
90	4080	4520	120	3700	4200

Die früher von Gerber aufgestellte Regel ergiebt für einen Sicherheitscoefficienten $n = 2{,}_4$ unter Annahme einer Elasticitätsgrenze von 1600 k

$$\sigma = \frac{p + \pi}{p + 2{,}_4\,\pi} \cdot 1600,$$

und damit die Werthe der nachfolgenden Tabelle:

$\frac{p}{\pi}$	k	σ	$\frac{p}{\pi}$	k	σ
$0{,}_{10}$	1600	666	$0{,}_{18}$	1600	900
$0{,}_{12}$	1600	738	$1{,}_{0}$	1600	941
$0{,}_{14}$	1600	800	$1{,}_{2}$	1600	978
$0{,}_{16}$	1600	853	$1{,}_{4}$	1600	1010

Diese ältere Regel ergab also für mittlere Weiten etwa dieselben, für kleinere Weiten gröfsere und für gröfsere Weiten kleinere Werthe, als die hier auf Grund der Wöhler'schen Versuche gefolgerten Zahlen.

Darmstadt, im März 1874. Schäffer.

Mittheilungen aus Vereinen.

Architekten-Verein zu Berlin.

Schinkelfest am 13. März 1874.

Wenn die Feier des Geburtstages Schinkels in unserem Architekten-Vereine zuerst ihre Stätte gefunden und derselbe lange Jahre hindurch für alle Jünger unserer Kunst einen gemeinsamen Sammelpunkt dargeboten hat, so erschien es wohl gerechtfertigt, das nunmehr 50jährige Bestehen unseres Vereins mit dem Gedächtnifstage Schinkels in eine Festfeier zusammenzuziehen. Diesem Beschlusse gemäfs waren die Vorbereitungen zu derselben in ungleich erweitertem Maafsstabe getroffen worden. In Stelle des sonst gebräuchlichen Arnim'schen Saales hatte man den eben erst vollendeten grofsen Festsaal der Kaiser-Galerie als Lokal erwählt, um die fast 400 Theilnehmer betragenden Gäste zu fassen. Im Hintergrunde des Saals fand sich ein Bühnen-Aufbau, vor dessen weifsem goldgemusterten Vorhang zur Rechten und Linken die Büsten von Knoblauch und Stüler, in der Mitte diejenige Schinkels aufgestellt waren. Davor stand die Rednerbühne.

Die Versammlung, welche durch die Gegenwart Sr. Kaiserl. Hoheit des Kronprinzen geehrt wurde, fand sich gegen 8 Uhr beisammen; es waren in ihr nicht nur die Herren Minister des Handels und der geistlichen Angelegenheiten, sondern auch eine grofse Anzahl bedeutender Männer der Kunst und Wissenschaft vertreten, und mit der von Nah und Fern herbeigeströmten Schaar der Architekten bot sie einen überaus festlichen Anblick.

Die Feier wurde durch den Vorsitzenden des Vereins, Herrn Baurath Hobrecht mit der nachfolgenden Rede eröffnet:

Hochansehnliche Versammlung!

Dem 50jährigen Bestehen unseres Vereins und dem Andenken Schinkels gilt unser heutiges Fest!

Als Schutz- und Schirmherr der Künste, als Gönner der Architektur und Bauwissenschaft, als Berufs- und Vereinsgenossen, als unsre Freunde sind Sie von Nah und Fern, unserm Rufe folgend, dazu hergekommen; so lassen Sie mich denn auch Namens des Architekten-Vereins vor Allem Ihnen hierfür danken und Sie herzlich willkommen heifsen!

Das fünfzigjährige Bestehen des Architekten-Vereins ist es, das wir an Schinkels Geburtstag feiern. Dem mag die Lebensdauer unseres Vereins eine kürzeste Frist erscheinen, dessen Blick in die weit entlegenen Epochen früherer baukünstlerischer Thätigkeit schweift, — aber sie ist mit Nichten eine kurze, wenn sie gemessen wird nach dem Maafsstab der Entwickelung und des Reichthums an Fortschritten, den sie in sich schliefst.

Der Greis wird die Tage jugendlicher Begeisterung, der reife Mann die Jahre der Kindheit, da er sich dunkel seiner Eltern oder dahingeschiedener Lehrer und Führer erinnert, immer fern, vielleicht als die fernsten, empfinden; — und uns zumal, das lebende Geschlecht, dessen Erwartungen und Hoffnungen, mochten sie noch so weit gehen, die kommende Zeit über Erwarten erfüllte, uns dünkt ein jeder Blick rückwärts wie ein Schauen in weite graue Ferne!

Unter jenem stillen, bewegungslosen Schleier, der über dem, was war und nicht mehr ist, sich breitet, ruht eine Vergangenheit, voll Freude und Lust, voll Kampf und Drang, voll Hoffnungen und Gewinnen. Zahlreiche Ruhmes- und leider, ach, so viele Todtenkränze schimmern unter ihm hervor; verblichene Blätter zeigen die Namen Dahingegangener, die treu ihrem Beruf, ihrem Vaterlande, und uns, ihren Freunden, gelebt und gewirkt haben.

Digitized by Google

Kein äufserliches Band war unser Verein, sondern ein Bund, der in jenen vergangenen Tagen die jungen Architekten zusammenhielt, — dafs auch die persönlichen Lebensschicksale des Einzelnen ihren theilnehmenden Widerhall in der Brust der Andern fanden.

Lernen und Streben, Aufträge und Erfolge trennten nicht, sondern einigten. Die Reise nach Italien mit dem Skizzenbuche in der Hand, der Weg über die Alpen nach jenem künstlerischen Eldorado, den Hunderte unserer Landsleute in trunkener Seligkeit begonnen, war in jener Zeit noch ein Ereignifs. Auf staubiger Chaussee, zum Potsdamer Thor hinaus, auf lange vorher belegtem Platz im Postwagen, zogen die Gesellen fort, und den glücklichen Zugvögeln gab die Schaar der über das Loos ihres Genossen selbst glücklichen Zurückbleibenden herzliches Geleit.

Stüler, Knoblauch, Stein, Runge, Quast und Anderen folgte der Verein auf ihren Römerfahrten mit wärmstem Interesse; nur wenige reisten, die nicht in launigen Briefen, welche in den Sitzungen mitgetheilt wurden, ihre Erlebnisse dem Verein schrieben.

Dann: am 12. Juli 1834 fiel, wie es in dem Protocoll heifst, die Sitzung aus, „weil der gröfste Theil der Mit„glieder sich vereinigt hatte, Herrn Stüler bei seiner Abreise „nach Frankfurt zu seiner Verheirathung noch bis Schöne„berg zu geleiten. Die Gesellschaft versammelte sich zu „dem Ende im Schulgarten, und ging von dort zusammen „nach Schöneberg, wo zuvörderst ein Butterbrod gegessen, „der Ueberrest der Zeit aber bei der Flasche unter Reden „und Singen heiter hingebracht ward; bis gegen 10 Uhr „der Wagen erschien, und uns unter lautem Jubel Herrn „Stüler und Herrn Knoblauch entführte."

Kameradschaftlich unter sich und gegen aufsen, dabei ernst und auf's Rechte bedacht, so zeigen sich uns die Vereins-Genossen jener Tage, so gewinnen sie unsere herzliche Sympathie.

Was die Pflege der Kunst und der Wissenschaft, was den eigentlichen Vereinszweck, — die Fortbildung — anbetrifft, so erstarkt der Verein aus kleinen Anfängen mächtig heraus und gedeiht stetig.

Es fiel die Stiftung und es fielen noch viele Jahre des Bestehens unseres Vereins in jene für Preufsen so wunderbare Zeit, welche mit wenigen Ausnahmen auf den Ruhm, den Musen und Grazien zu dienen, verzichten mufste, dafür aber alle Kräfte zu einer fast subalternen Thätigkeit zu benutzen verstand, um unser Land, welches neben den gröfseren nachbarlichen Kaiserreichen einen gleich weiten, wenn auch sicherlich mehr beschädigten Siegesmantel trug, mit einem starken und tüchtigen Inhalt zu erfüllen. Die Schultern, welche für diesen Siegesmantel zu schwach waren, sollten durch harte Arbeit und Fernhaltung von verweichlichenden Genüssen gekräftigt werden. Nichts schien dadurch verstimmter, als das Genie! Mit dem Czako der allgemeinen Wehrpflicht vertrugen sich die braunen Künstlerlocken schlecht, und halb mit Verachtung, halb mit Entsetzen sah die Bevölkerung anderer Grofsstädte, welche ihren Bund mit den Musen zu lösen keinen Grund hatte, den Künstler unter das Maafs und das Feuer des dichterischen Geistes unter Censur gestellt. Eine jede gestaltende Regung, jede spontane Bewegung wurde mifstrauisch beobachtet und überwacht; es galt eben, Alles, was gestaltungsfähig war, für den einen und gewifs höchsten Zweck zu verwenden, ohne Aufsehn und Gefahr, die Muskelkraft unseres Staates aufs Neue so weit zu stärken, dafs, wenn dereinst die unausbleiblichen Tage kommen, wo das Preufsenvolk aufgerufen wird, unter seinen Königlichen Führern den Kampf mit dem Erbfeinde zu bestehen, ihm die Kraft nicht fehle.

Es charakterisirt jene Zeit, wenn von der Polizei-Intendantur in Berlin unter dem 26. Mai 1824 an den Vorstand geschrieben wird: „Gegen die — Vereinigung zu regelmäfsi„gen den Austausch wissenschaftlicher Ansichten, die Mit„theilung technischer Nachrichten und den Genufs anständigen geselligen Vergnügens bezweckenden Zusammenkünfte, „welche vorläufig im Lokal des Gastwirths Kemper stattfinden „sollen, findet sich diesseitig — Nichts zu erinnern." — und unter dem 14. Juni 1827 schrieb dieselbe Behörde, dafs sie „mit Vergnügen die danach stattgehabte weitere Aus„dehnung der durch die besonderen Zwecke und die bisherige „Art der Verfolgung derselben sehr günstig sich auszeich„nenden Verbindung ersehen habe."

Trotzdem rescribirte unter dem 5. Juni 1827 der Herr Minister des Innern, „dafs die Statuten des Architekten-Vereins nicht „völlig angemessen erscheinen, da es z. B. ganz „aufserhalb Ihres Wirkungskreises liegt, mit Behörden zu „communiciren, so wenig, als es einer besonderen Repräsen„tation Ihrerseits bedarf."

Mit Genugthuung dürfen wir sagen, dafs die Fachgenossen jener Tage die nothwendige Beschränkung verstanden; fast ausnahmslos mufsten sie der Hoffnung entsagen, vor entzückten Zuschauern in weiter Arena ihr künstlerisches Können glänzen zu lassen, und sich begnügen, für den Staat mit den knappsten Mitteln im Dienste des engsten Bedürfnisses ihre Kräfte zu verwerthen. Es war ihre Aufgabe, sich vorzubereiten, um an den entlegenen Grenzmarken des Vaterlandes, treu und gewissenhaft, mit der Sittenstrenge eines Preufsischen Beamten ärmliche Aufgaben ohne Anspruch zu lösen, und, bei der Cubicirungstabelle für Sägeblöcke Marmorbilder und schimmerndes Gemach nicht zu vergessen.

Wenn sie dies gethan haben, und wer möchte ihnen dies Zeugnifs versagen, — so sind sie des guten Ruhmes werth, der unser Volk auszeichnet, — der willigen Hingabe von Hoffnungen und Erworbenem an die Idee des Vaterlandes!

Wie dann in dieser Zucht die Kräfte des Landes wuchsen, wie mit dem zunehmenden Vermögen Einzelner hie und da die Forderung nach Verschönung auftrat, als der Wohlhabende verlangte, dafs sein Haus mit Säulen und Gebälk geschmückt werde, da mufste der Baubeamte des Preufsischen Staats dem begüterten Handwerker das Feld räumen, der in der That es besser verstand, mit der Kunst und dem Bauherrn fertig zu werden.

Auch das ist überwunden, und nicht zum geringsten Theil ruht diese Wandlung auf dem Leben und der Thätigkeit unseres Vereins, der recht eigentlich seine Angehörigen zu künstlerischer und individueller Selbstständigkeit erzieht und ihnen wie sich Achtung zu verschaffen gewufst hat.

„Am 3. April 1824", — so berichtet ein vergilbtes Blatt, — „waren alle hier in Berlin anwesenden Conducteure „durch ein Circular zu einer Versammlung auf dem Kreuz„berge eingeladen. Bei dieser Versammlung hatten sich mehrere Freunde zusammengefunden, so dafs der Wunsch allge„mein war, sich öfter zu sehen; es machte daher Knoblauch

Digitized by Google

„den Vorschlag, wöchentliche Versammlungen zu halten, „welches allgemeinen Beifall fand. Der Donnerstag Abend „wurde dazu bestimmt, und Rollmann schlug dazu ein Lokal „in der Mauerstrafse vor.“

Das ist der Beginn unseres Vereins! Am 5. Juni 1824, an dem eigentlichen Stiftungstage, constituirte sich der Verein, und wählte Brix, Wigand und Blaurock zu seinen Vorstehern.

Von jenen 18 Männern, welche damals zusammentraten, leben noch, so hoffen wir, 4: Geh. Reg. und Baurath Gerhard, Geh. Reg. u. Baurath Krüger, Baurath Blaurock und Baurath Küster.

Die nächst ältesten Mitglieder unseres Vereins sind jetzt: Baurath Studt, Geh. Ober-Baurath Lentze, Geh. Reg.- und Baurath Junker, Baurath Treplin, Geh. Ober-Baurath Weyer, Königl. Baumeister Quassowski, Wirkl. Geh. Ober-Baurath Hartwich, Geh. Reg.- u. Baurath Wurffbain, Geh. Reg.- u. Baurath Stein, Ober-Hof-Baurath Strack, Geh. Rechnungsrath Maresch.

Einen Gruſs und Händedruck den Genannten, einen doppelten und dreifachen denen von ihnen, welche heute unter uns weilen!

Wohl kein Baumeister, dessen Namen in unserm Lande und darüber hinaus Klang und Achtung gewonnen, blieb dem Verein fern; fast Alle haben — vorübergehend, wie es Beruf und Lebensschicksale mit sich führten, — in einer oder der andern Form den Vereinszwecken unmittelbar gedient; Männer, wie Mellin, Hübener, Stüler, Knoblauch, Severin, Soller, Wilhelm Stier, — die alle nun die Erde deckt, — standen an seiner Spitze; vor Allen aber waren es Stüler und Knoblauch, die nie ermüdeten, Leiter und Führer zu sein; ihr Sein und Wissen war so recht mit jener eigenthümlichen Befähigung gepaart, hunderte von Männern verschiedenen Alters und verschiedenen Temperaments stets willig und zuthätig für allgemeine Zwecke zu einigen, und geeinigt zu erhalten.

Schon im Jahre 1826 wurde die Anlegung einer Bibliothek, eines Journalzirkels, eines Fremdenbuchs für die Gäste beschlossen und eingeführt. Vorträge über alle Zweige der Baukunst und Bauwissenschaft fanden allwöchentlich in den Vereinssitzungen statt. Man sprach damals über die Brücke, welche Napoleon bei Mainz bauen wollte, über das Grabdenkmal Blüchers und andere Stoffe, welche die Reminiscenzen an die Befreiungskriege lieferten. Mit Vorliebe wird alte und mittelalterliche Baukunst behandelt, aber die Einrichtung von Küchen und Oefen, Eiskellern und Ställen daneben nicht vergessen. Die Vorträge geben ein Bild der gewaltigen technischen Entwickelung, die das vergangene halbe Jahrhundert auszeichnet. Gasbeleuchtung, Dampfschiffe, die Daguère'schen Lichtbilder sind neue und interessante Stoffe für Vorträge im Verein. In einem Protocoll aus dem Jahre 1836 finde ich die erste Notiz über Eisenbahnbau, noch später eine solche über den elektrischen Telegraphen. Im Jahre 1863 berichtet Koch über den Transport der Executiv-Truppen an die Holsteinsche Grenze, später Weishaupt über die Leistungen der Bautechnik im österreichischen Feldzuge; einer neuen und schönen Thätigkeit unserer Fachgenossen, die später im Kriege gegen Frankreich sich ruhmvoll entwickelte, wird hier zum ersten Mal Erwähnung gethan.

Was auf dem Gebiet der bautechnischen Literatur, in Büchern und Zeitschriften Interessantes erschien, wurde besprochen und meist der Bibliothek einverleibt, welche im Jahre 1835 auf 700 Thlr. Werth geschätzt wurde, und jetzt, wohl unter ihrem Werth, für 30000 Thlr. versichert ist.

Im Jahre 1826 berichtete schon Lentze über ein literarisches Erzeugnifs des Mannes, der auf diesem Gebiet vor Allem zu den ersten Zierden unseres Vereins, unseres Berufs und unseres Vaterlandes gehört, — Hagen's; das Werk führte den Titel: Beschreibung neuerer Wasserbauwerke in Deutschland, Frankreich, den Niederlanden und der Schweiz.

Neben den Vereins-Abenden organisirte der Verein regelmäfsige wissenschaftliche Lehrkurse und gemeinsames Entwerfen. Den Unterricht ertheilten mit freudiger Bereitwilligkeit: Hagen, Boetticher, Daege, Strack und Andere. Wie der Verein in seinen Anfängen die Bau-Akademie ersetzte, ergänzt er sie noch heute!

Im Mai 1827 fand die erste Excursion des Vereins statt, und zwar über Neustadt nach Freienwalde zur Besichtigung interessanter Bauanlagen. Zahlreiche kleinere und gröfsere Excursionen sind dieser ersten seitdem gefolgt.

Schon im September 1827 entstanden die Monats-Concurrenzen, deren Gewinner von dem Verein durch literarische Werke prämiirt wurden. Bis auf den heutigen Tag sind sie ein hervorragendes technisches Bildungsmittel des Vereins. — Im September 1830 wird der Fragekasten gestiftet, welcher damals, wie noch jetzt, mögliche und unmögliche Antworten fordert.

Seit dem Jahre 1832 beginnen literarische Herausgaben des Vereins; es erscheinen die „Architektonischen Entwürfe aus der Sammlung des Architekten-Vereins“, und das „Notizblatt des Architekten-Vereins“, aus welchem dann später, im Jahre 1851, die Zeitschrift für Bauwesen entstand.

Ohne den Besitz eines eigenen Vereinshauses mufste der Verein das Schicksal der meisten Bewohner Berlins, — des Wohnungswechsels und des Umherirrens — theilen; auch an wirklicher Wohnungsnoth, — so im Jahre 1830 — fehlte es ihm nicht; wir finden ihn im Kemperschen Etablissement, im Mittelsten Zelt, bei Zerbstmann in der französischen Strafse, in der Urania, aus welchem Local sich am 4. Februar 1826 protocollirt findet: „Die Gesellschaft konnte Nichts beginnen, weil Urania im Nebenzimmer Generalprobe hielt.“ Dann in der Kommandantenstrafse 35, in dem Blumengarten von Moewes, wo die Versammlung vom 18. September 1830, dem unruhigen Jahre der Juli-Revolution, wie die Acten sagen, „nur wenige Mitglieder zählte, weil loyale Leute nicht gerne nach Sonnenuntergang spazieren gehen mochten“; — dann in der Kronenstrafse 28, seit 1847 in dem Hause Oranienstrafse 101 und seit Ende des Jahres 1869 endlich, nach kurzer Unterbrechung, in seinem jetzigen Local, Wilhelmstrafse 118.

Mittelst Allerhöchster Cabinetsordre vom 9. August 1869 sind dem Verein Allergnädigst Corporationsrechte verliehen.

Der Etat des Vereins, welcher im Jahre 1834 etwa 700 Thlr. betrug, hat sich heute etwa verzehnfacht.

Gesellige Zusammenkünfte und Feste wurden alljährlich abgehalten, — aus wechselnden Veranlassungen und an wechselnden Tagen, bis allmälig sich die feste Sitte herausstellte, am Geburtstage Schinkels eine Jahresfeier, ein Schinkelfest zu begehen. Von einer solchen, die am 13. März 1830

Digitized by Google

zum ersten Mal stattfand, berichten die Acten. Doch erst im Jahr 1845 nach Schinkels Tode nahm dieses Fest den Charakter an, den es bis auf den heutigen Tag erhalten. Römer und Lohse waren die ersten Festordner, Baudirector Schmidt präsidirte und Waagen hielt die Festrede. Im Jahr 1852 war diese Feier zum ersten Mal mit den gröfseren Schinkel-Concurrenzen verbunden. Die im Jahre 1855 bewilligten Preise von je 300 Thlr. für die Arbeiten im Land- und Wasserbau wurden durch Se. Majestät den König im Jahre 1856 auf je 100 Stück Fr.d'or erhöht, während der Verein gleichzeitig noch silberne Medaillen als Prämien stiftete. Eine Fülle vortrefflicher Arbeiten ist in Veranlassung dieser Concurrenzen geliefert, und die Studienreisen, zu deren Ausführung die Preise Sr. Majestät des Königs bestimmt waren, sind für eine stattliche Reihe talentvoller Künstler und Ingenieure das Mittel zu ihrer weiteren Ausbildung geworden.

Das Bewufstsein stetigen strebenden Bemühens dürfen wir haben, wenn wir heute auf das von unserm Verein zurückgelegte halbe Jahrhundert blicken.

Was aber Gutes und Schönes in unserer Corporation geleistet wurde, — seine letzte Quelle ist — hier wie überall — das Festhalten der Ideale, der ideale Zug, der uns nie verlassen möge; — der „das Seelenlose mit des Lebens Widerhall erfüllen kann," wird Beseeltes in reinem Accord erklingen lassen.

Und das sei mein Festwunsch, den die Ehre dieses Platzes am heutigen Tage auszusprechen mir gestattet:

Mag die Jugend unseres Vereins die Ideale wahren, dafs wir von einem Jeden sagen dürfen:

„Bis an des Aethers bleichste Sterne
„Erhob ihn der Entwürfe Flug,
„Nichts war so weit und Nichts so ferne,
„Wohin ihr Flügel ihn nicht trug."

Und kommen die Lebensjahre, da diese Flügel uns, die Verbrauchten, verlassen, um eine neue Jugend zu tragen, so bleibe uns die Lust, die Kraft und die Ausdauer zu der Beschäftigung,

„Die zu dem Bau der Ewigkeiten
„Zwar Sandkorn nur für Sandkorn reicht,
„Doch von der schweren Schuld der Zeiten
„Minuten, Tage, Jahre streicht." —

Es lebe, wachse und blühe der Verein!

Die Mitgliederzahl des Vereins hat sich im vorigen Jahre von 971 auf 1032 gesteigert. An 33 von durchschnittlich mehr als 120 Mitgliedern besuchten Sitzungen wurden 22 gröfsere Vorträge gehalten. 15 Excursionen fanden während der Sommer-Monate statt. 36 Entwürfe betheiligten sich an den Monats-Concurrenzen, 9 an der Schinkel-Concurrenz. Die Einnahmen des Vereins beliefen sich pro 1873 auf 7200 Thlr., die Ausgaben auf 6500 Thlr.

Die neuen Aufgaben für die Schinkel-Concurrenz pro 1875 sind:

I. im Gebiet des Landbaues: Entwurf zu einer grofsen Landesbibliothek in der Residenz.
II. im Gebiet des Ingenieurwesens: Entwurf zu einem Theile der Berliner Stadtbahn.

Die gedruckten Aufgaben werden heute den Festtheilnehmern, wie üblich, zugestellt.

Bei der diesjährigen Schinkel-Concurrenz haben Preise nur im Gebiet des Landbaues zuerkannt werden können.

In Folge diesseitiger Bitte ist die Allerhöchste Genehmigung zur Theilung des Preises von 100 Fr.d'or in 2 Preise à 50 Fr.d'or ausnahmsweise gegeben worden.

Der Entwurf des Bauführers Herrn Paul Küster aus Berlin, mit dem Motto: Bausteine hat einen Preis von 50 Fr.d'or und die Schinkel-Medaille erhalten; auch ist diese Arbeit als Probe-Arbeit zum Baumeister-Examen acceptirt worden.

Der Entwurf des Architekten Herrn Ernst Steenbock aus Rostock, mit dem Motto: Caracalla hat einen Preis von 50 Fr.d'or und die Schinkel-Medaille erhalten.

Der Entwurf des Herrn Otto Weger aus Königsberg i/Pr., mit dem Motto: Aqua hat die Schinkel-Medaille erhalten; auch ist diese Arbeit als Probe-Arbeit zum Baumeister-Examen angenommen worden.

Der Entwurf mit dem Motto: Proteus, dessen Verfasser im Verein nicht ermittelt wird, ist als Probe-Arbeit für das Baumeister-Examen angenommen worden.

Nachdem durch Se. Exc. den Herrn Handelsminister Dr. Achenbach die Vertheilung der Preise an die prämiirten Concurrenten erfolgt war, hielt Herr Prof. Dr. Grimm die nachstehende Festrede*) über

Schinkel als Architekt der Stadt Berlin.

Ich will sprechen über Schinkel als den „grofsen Architekten der Stadt Berlin". Nicht nur von dem soll die Rede sein, was er gebaut hat, sondern von dem zumeist, was er bauen wollte, von seinen Projecten für die Stadt, welche Projecte geblieben sind. —

Wenn wir das eigentlich Gemeinsame grofser Männer zu bestimmen versuchen, so finden wir, dafs sie, mögen sie sich bethätigt haben auf welchem Gebiete sie wollen, Organisatoren gewesen sind.

Nicht allein für Politiker gilt das Wort. Homer hat das gesammte geistige Leben seines Volkes erfafst und gestaltet. Er hat in seiner Ilias und Odyssee wie aus dem härtesten Metalle Schienen gezogen, von denen das Phantasieleben der Griechen niemals wieder abwich. So hat Phidias sich der Sculptur bemächtigt und die Formen der Götter festgestellt, die er für lange Jahrhunderte, so wie er sie im Geiste zuerst sah, als höchste Herrscher einsetzte. So haben in näheren Zeiten Dante, Luther, Voltaire, Goethe, jeder von seinem Punkte aus, ihre Herrschaft über Zeitgenossen und Zukunft begründet.

Ueberall bei der Thätigkeit dieser Männer sehen wir den Trieb auf das Allgemeine, Ganze. Nicht als besondere individuelle Erscheinungen sollen ihre Werke den Genufs Einzelner bilden, sondern auf das gesammte geistige Leben sollen sie wirken. Dante, Voltaire, Lessing, Goethe sehen wir als Dichter, als Schriftsteller, als Gelehrte thätig: sie breiten sich aus nach allen Richtungen. Sie verlangen nicht blofs Bewunderer, sie wollen Unterthanen haben.

In diesem Geiste nun sehen wir Architekten sich eines Platzes bemächtigen, um ihn zu ihrer eignen Schöpfung umzugestalten. Hier nenne ich Michelangelo und Schinkel. — Jeder von beiden wollte seine Stadt in seinem Sinne zu

*) Mit besonderer Genehmigung des Verfassers aus den preufs. Jahrbüchern hier abgedruckt.

Digitized by Google

einer Hauptstadt erheben. Nicht blofs Gebäude sollten aufsteigen, sondern auch, was die Bewohner dieser Häuser dächten, sollte zuletzt ein Resultat der scheinbar nur architektonischen Arbeit sein. Michelangelo gelang es völlig. Er erfand eine neue Architektur für das Rom, das durch die auf dem Trientiner Concil neuconstituirte Macht der Päpste einige Jahrhunderte lang wieder Europa beherrschte. Aber aufserdem: er übte durch seine Malereien und Sculpturen auf die, welche dieses Rom bewohnten, einen Einfluſs aus, wie nur Phidias vor ihm.

Schinkel machte nur einen Versuch. Er wollte aus Berlin die erste Stadt Deutschlands machen. Und wiederum, auch er wollte nicht nur Straſsen und Plätze mit seinen Bauten besetzen, sondern auf die Anschauungen derer, die sie bewohnten, wollte er entscheidend wirken. Daher seine wunderbare künstlerische und wissenschaftliche Thätigkeit. In dem wenigen, das er an Schriften unvollendet hinterliefs, ist eine Kunstlehre enthalten, die völlig an's Licht tretend, den gröfsten Einfluſs gehabt hätte. Und so enthalten seine Gemälde für die Vorhalle des Museums eine ausgebildete Philosophie der ersten Zeiten menschlicher Entwickelung. Aber es wurde nichts vollendet. Seine Lebenskraft brach ab in den Jahren, wo seine Schöpfungen dieser Kraft am meisten bedurften. Er starb als gerade der König den Thron bestieg, mit dem er sein Werk vielleicht hätte beendigen können.

Indessen wo es sich um Männer ersten Ranges handelt, da läſst die Geschichte zuweilen das Gewollte für das Vollendete gelten. Deshalb, wenn ich heute von dem zumeist reden will, was Schinkel nur projectirte, werden die Dinge dennoch greifbar genug erscheinen. Deshalb auch sei zwischen Schinkel und Michelangelo, als ganz bescheidener Städteerbauer, noch ein dritter Künstler erwähnt, bei dem es weder zu vollem, noch zu halbem Erfolge kam, da Alles völlig im Bereiche der Phantasie sich ereignete: Albrecht Dürer, der eine Stadt erbauen wollte als Hauptstadt eines von ihm geträumten Königreiches. Zu dieser ist niemals ein Stein bewegt worden, sie besteht nur, sehr wenigen bekannt, auf dem Papiere, aber Dürers grofser Name bewirkt, daſs wir von ihr reden wie von etwas das Existenz hat.

Das Rom, an das Michelangelo herantrat, war ein ungeheures Gemisch von Ruinen aller Epochen, zwischen denen Kirchen, Paläste und Häuser, wiederum aller Epochen, in planloser Verwirrung durcheinander gestellt, sich erhoben. Jede architektonische Form war da vertreten. Alle Zeiten hatten gebaut, zerstört, restaurirt. Ein Chaos über und unter der Erde. Raphael wagte sich daran, wissenschaftliche Ordnung in diese Dinge zu bringen. Seine letzte grofse Unternehmung war die Durchforschung und Aufnahme der Ruinen, um nach den Resten die ehemaligen Formen der Gebäude zu reconstruiren. Bei den Ausgrabungen dafür hat er sich den Tod geholt.

Michelangelo aber galt es, ein neues Rom zu schaffen. Zwei Hauptpunkte der Stadt fielen in seine Hände: das Capitol und die Peterskirche. Beiden hat er den Stempel seines Geistes aufgedrückt. Der Palast Farnese trat hinzu: Brücken, Kirchen, Thore, Prachtanlagen: Alles jedoch Nebendinge, verglichen mit Capitol und Peterskirche. Nichts war vollendet als er starb: mit so kräftiger Hand aber hatte er die Linien gezogen, die inne zu halten waren, daſs kein Abweichen davon möglich war, und heute steht die Kuppel der Peterskirche da wie er sie im Modell hinterliefs, und das Capitol wie er es wollte, und wer von diesem herab auf Rom blickt, sieht in den unzähligen Kuppeln und Palästen nichts als eine Schöpfung des grofsen Buonarotti. In Capitol und Peterskirche hat er den Adam und die Eva eines grofsen Geschlechtes geschaffen, das sich herrschend über den alten Ruinen erhob und das heute noch in Rom fortlebt. Niemals vorher und niemals nachher, soviel wir wissen, hat ein Architekt das geleistet. Der Neubau Roms, für dessen feineren Schmuck nicht minder derselbe Mann als Bildhauer und Maler wirkte (so daſs nichts anderes neben ihm aufkommen konnte), ist eine That, welche Kräfte verlangte wie das Emporbringen eines neuen Reiches.

Wie arm und wesenlos erscheint solchen Erfolgen gegenüber Albrecht Dürers bescheidener Versuch. In einer Stadt lebend, in der es sich seiner Zeit nur im beschränkten Sinne um bahnbrechende Bauten handelte, erfüllt gleichwohl von der Unruhe des Geistes, der zum Aufbau des Protestantismus bei uns führte, träumte Dürer von der Residenz eines idealen Königs in einem Lande, das er nicht näher bezeichnet hat, aber das nur Deutschland sein konnte, und beschrieb, wie sie gebaut werden müsse.

Dürers Geist strebte nicht weniger als der Michelangelo's dem Grofsen zu. Die anwachsende innere Macht seiner Gemälde bekundet es. In der Architektur jedoch versagte ihm der Stoff und er konnte nur als Schriftsteller wirken. Immer ja hat beschränkte Energie sich in Schriftstellerei Luft gemacht. Dürer, der keine Dome und Paläste zu bauen fand, der höchstens ein paar Façaden aufrifs, wo es sich um aufzumalende Ornamente handelte, schrieb sein Buch über die Befestigung der Städte und errichtet, als letzte Blüthe seiner Theorie, die befestigte Residenz eines Deutschen Königs.

Dürers Befestigungslehre ist werthvoll. Das sogenannte neupreufsische System ist als auf den Principien beruhend erkannt worden, welche Dürer aufstellte. Ihm aber genügte es nicht, nur Mauern und Bastionen zu schaffen: die ganze Stadt wollte er organisiren, der diese Vertheidigungswerke zu Gute kämen. Bei Vitruv fand er den Gedanken der Städtegründung nach rationellen Principien zuerst und suchte ihn für Deutschland auszubeuten. Er beschreibt die vortheilhafteste geographische Lage dieser Stadt seines Herzens. Er legt die befestigte Königsburg in die Mitte, ordnet die Anlage der Bürgerhäuser rings umher und bestimmt, wo Kirche, Brauhaus, Rathhaus und Begräbnifsplatz liegen sollen, und wie die Gewerke in den Straſsen zu vertheilen seien. Man fühlt, daſs der Gedanke an neue sittliche Ordnungen des Deutschen Lebens damit verbunden waren. Damals dachte man nicht an Länder- und Volksvertretung: das weiteste was der städtische Politiker kannte, war die Stadt. Venedig war das irdische Musterbild das vorschwebte, das neue himmlische Jerusalem das theologische Symbol dafür. Die letzten Consequenzen dieser Lehre kamen im Reiche der Wiedertäufer rasch genug damals zur Blüthe. In Münster saſs nun ein König inmitten seiner Stadt, eine schauderhaft carrikirte Verwirklichung idealer Hoffnungen, welche Deutschland damals erfüllten.

Albrecht Dürers Stadt hat für keine Städtegründung, in Wirklichkeit je die Norm gegeben. Dennoch lag in seinem

Digitized by Google

Phantasiegebilde das verborgen, was für eine neue Generation von Städten, des protestantischen Deutschlands Lebensprincip wurde. Die Landeshoheiten erhoben sich damals über die Reichsstädte. Das befestigte Schloss wurde das Centrum der neu aufkommenden Hauptstädte: der residirende Fürst war es, dem alle Bewegung zuströmte, von dem Alles ausging. Neben den bestehenden umfangreichen freien Bürgerfestungen, für die jedoch eine Grenze des äußern Wachsthums gezogen war, begannen sich die Schlösser der neuen Herren zu Städten auszudehnen, wachsthumsvoll und mit freiem Horizonte ringsumher. Die glänzendste aber unter diesen Königsstädten ist Berlin geworden.

Es ist merkwürdig, wie früh schon unser Sumpf- und Sandboden das Genie eines großen Künstlers lockte, sich hier zu bethätigen. Als die zerstreut liegenden, durch die Regierungskunst des großen Churfürsten dennoch zu einem Ganzen vereinigten frühesten Elemente Preußens den Titel eines Königreiches annahmen, faßte Schlüter den Plan, Berlin zu einer Hauptstadt für die aufkommende Macht zu gestalten. Was wir heute von seinen Arbeiten sehen, sind nur Theile seines umfangreichen Projectes. Für ihn lag das Schloss damals nicht inmitten Berlins, sondern gehörte nach Westen hin zu den Anfängen einer neuen Stadt auf der anderen Seite des Flusses. Das alte städtische Berlin ließ Schlüter unberührt:*) das neue königliche Berlin wollte er aufrichten. Der Schloßplatz, in dessen Mitte hinein die breite Schloßbrücke führen sollte, bildete das Centrum, um das Alles sich gruppirte. Wo die heutige Stechbahn steht, oder vielmehr stand, sollte die Façade eines Domes sich erheben. Alles groß und weit gedacht; Plätze und Gebäude im Style Michelangelo's, in dessen Geiste Schlüter, als sein letzter ächter Nachfolger, als Baumeister und Bildhauer gearbeitet hat.

Warum diese Pläne scheiterten, habe ich hier nicht auszuführen. Auch nichts zu sagen von denen Friedrichs des Großen, der mit seinen Bauten abermals um ein bedeutendes nach Westen vorrückte. Friedrich wohnte nicht in Berlin. Berlin vergrößerte sich im Laufe des vorigen Jahrhunderts ohne daß die Eingriffe bedeutender Künstler aus einer höheren Perspective die Wege geregelt hätten, die man einschlug.

Preußen hatte nach den Freiheitskriegen die Berechtigung empfangen, nicht bloß, wie bisher, ausnahmsweise und auf Grund besonderer Leistungen, sondern als reguläres Mitglied des Collegiums der europäischen Großmächte zu figuriren. Der nächste Schritt konnte nur der sein, „Preußen" in „Deutschland" umzugestalten. Wie sehr das auch in Abrede gestellt werden mußte: der Strom der Begebenheiten trug uns vorwärts in dieser Richtung, und was geschah, wurde absichtlich oder unabsichtlich gethan, die Wege zu diesem Ziele zu ebnen. Berlin repräsentirte Norddeutschland. Kaum war nach dem Kriege die erste Erschöpfung öffentlicher Mittel überwunden, als Friedrich Wilhelm der Dritte daran dachte, großartige Bauten aufzuführen. In den zwanziger Jahren hauptsächlich hat sich diese architektonische Umarbeitung der Stadt vollzogen. Hier aber kam es nicht darauf an, der Mit- und Nachwelt großartige Werke vor Augen zu stellen als Denkmale der Prachtliebe eines mächtigen Königs — so hatte Schlüter noch die Sache aufgefaßt —: sondern es handelte sich darum, bei äußerster Sparsamkeit möglichst Großes auszuführen, überall, wo nur das Schöne gewollt schien, dennoch fast ausschließlich von der Idee des Nützlichen auszugehen, zu benutzen was an vorhandenen Resten alter Bauten irgend verwendbar war, umzubauen, aufzuarbeiten, zu maskiren. Dem Architekten erwuchs nicht die Aufgabe: als genialer Künstler gewaltige Pläne zu ersinnen, sondern als geübter Beamter billige, umfangreiche Nützlichkeitsbauten so zu errichten, daß sie die Gestalt monumentaler Schöpfungen von tadelloser Schönheit annähmen. Und hierfür fand der König Schinkel.

Er, geschult im preußischen Dienste, begriff gleich den andern Beamten Friedrich Wilhelms des Dritten, daß es Preußens Aufgabe damals war, seine geringen Mittel würdig zu verwalten. Das ist das Große jener Generation, von deren staatsmännischer Arbeit wir jetzt erst zu wissen beginnen, daß sie ihre Mission mit heroischer Selbstverleugnung erfüllte. Jeder war stolz darauf, mit dafür einzustehen, daß unsere Armuth zur Verwendung komme als wenn sie Reichthum sei. Und deshalb, so peinlich es ist, Schinkel als geplagten rechnenden Chef des preußischen Bauwesens über Plänen sich abmühen zu sehen, welche selten überhaupt, niemals aber in ihrer ersten vollen Gestalt zur Ausführung kamen: historisch betrachtet bildet diese verzehrende Arbeit einen Theil seines Ruhmes.

Und nun ist es ein bewundernswürdiger Anblick, was Schinkel unter diesen Verhältnissen geleistet hat. Schinkel faßte sein Berlin, wie Michelangelo sein Rom gefaßt hatte, im Ganzen, um es zu organisiren. Auch er ließ, wie Schlüter gethan, was östlich vom Flusse lag, außer Rechnung. Es kam darauf an, der westlichen Stadt das volle Gepräge einer Hauptstadt zu geben. Die Plätze und Straßen nimmt Schinkel in Beschlag, die Thore, auf die es am meisten ankam, die Umgegend zieht er in seine Projecte hinein. Ist auch nur ein geringer Theil von dem wirklich entstanden, was er zu bauen vorschlug: so ist dies doch mit so intensiver Kunst ausgeführt worden, daß es in Verbindung mit dem, was Schinkels Schüler bauten und was sein Freund und Genosse Rauch an Denkmalen aufstellte, maaßgebend für die moderne Physiognomie der Stadt geworden ist.

Treten wir nun in das Berlin ein, das Schinkel bauen wollte, wie seine Skizzen und Zeichnungen ausweisen.

Der Bau des Potsdamer Thores, wie wir ihn heute gleichfalls von Schinkel ausgeführt erblicken (freilich so, daß Mauer und Thore selbst verschwunden sind), entsprach den höheren Gedanken nicht, die er für diese Stelle hegte. Hier sollte ein Dom sich erheben, als Erinnerungsbau an die gewonnenen Schlachten der Freiheitskriege. Von dem Beginn der Leipzigerstraße bis weit über die vielgenannte Ring'sche Apotheke hinaus, sollte, bei Vorschiebung der Stadtmauer sammt den Steuergebäuden und Verlegung der Potsdamer- und Bellevuestraße, ein langgestreckter Platz entstehen, von Baumreihen eingefaßt. In seiner Mitte ein Dom in gothischer, oder, wie Schinkel zu sagen vorzieht: vaterländischer Bauweise. Vor und hinter ihm, nach Straße und Thor zu, Springbrunnen als Centren der sich bildenden Plätze. Durch das Thor aber, und über die Stadtmauer hinüber, die in ein Gitter aufgelöst werden sollte, würde das Grün der Gärten

*) Es ist hier nicht von einzelnen Werken die Rede, sondern von der Umgestaltung des Ganzen. Schlüter hat auch im alten Berlin gebaut.

Digitized by Google

draufsen unmittelbar an das des Platzes sich anschliefsen und so den Uebergang der Stadt in die Landschaft vermitteln. Der Preis der zu erwerbenden Grundstücke schien kaum der Rede werth. Wie von einer stillen Gegend spricht Schinkel von diesem Platze, der für die Anlage einer Kirche besonders passend sei.

Bildete dieser Dom den Augenpunkt für die die Leipzigerstrafse Herabkommenden: so sollte nach der anderen Richtung ein Thurm den gleichen Dienst leisten, der zwischen Dönhofsplatz und Spittelmarkt, in die Mitte der Strafse vorspringend, seine Stelle fände. Für diesen Thurm besitzen wir wohl die zahlreichsten Projecte, welche von Schinkel je für denselben Bau entworfen worden sind. Es scheint, als habe er den „Thurm an sich" entdecken wollen. Griechische, gothische, römische, romanische, italienische Elemente benutzt er. Den Vorrang haben die Zeichnungen, welche unter dem Einflusse von Giotto's Glockenthurme entstanden sind. Die Spitze sollte ein Erzengel Michael zieren, als Symbol des niedergeworfenen Feindes, in demselben Sinne aufgestellt, in dem die Florentiner Bildsäulen des David oder der Judith errichteten.

Auch an diesem Punkte der Leipzigerstrafse, und in Verbindung mit diesem Thurme, wollte Schinkel seine Siegeskirche erbauen und zwar in verschiedener Richtung aufgestellt. Einmal sollten zwischen Commandantenstrafse und Sparwaldbrücke Häuser niedergerissen werden: die Achse des Baues hätte dann von Norden nach Süden sich gestreckt. Nördlichster Punkt war der Thurm, durch einen Bogen, welcher freien Verkehr nebenher gestattete, mit einem saalartigen Vorbau verbunden, durch den man erst in die sich anschliefsende runde Kirche gelangte. Einmal ist das Ganze gothisch projectirt. Der Saal bildet hier einen dreischiffigen Raum, während die Wölbung der Kirche von einem grofsen Mittelpfeiler ausgeht. Dann wieder, antik gedacht. Hier sehen wir die Kirche als eine Nachbildung des Pantheons, zugleich als den Versuch einer Restauration desselben. Ein freier Platz mit Baumreihen würde die Kirche umgeben haben.

Einem andern Plane nach sollte die Achse von Osten nach Westen laufen und der Dom so stehen, dafs die Façade die heutige Spittelkirche durchschnitten, der Bau übrigens aber das Einreifsen der Anfänge der Wallstrafse gefordert haben würde.

Auch für die in der Nähe gelegene Petrikirche machte Schinkel neue Pläne: weiter nach Osten aber über den Flufs hinüber ging er nicht vor. Seine Vorschläge zum Umbau des Rathhauses sind mehr Lösungen einer practischen Aufgabe als Lieblingsarbeiten, auch tragen sie keinen monumentalen Charakter. Gehen wir von der Leipzigerstrafse zu den nördlich von ihr liegenden Stadttheilen über.

Auf dem Gensdarmenmarkt fänden wir (wären Schinkels Absichten durchgedrungen) das Schauspielhaus in anderer Umgebung. Denn völlig in den Styl sich hineindenkend, in dem die beiden Thurmbauten dort gehalten sind, hatte Schinkel eine Aenderung der angehängten Kirchen projectirt, ein Unternehmen, das die kommende Zeit ohne Zweifel früher oder später ausführen wird. Auch das Schauspielhaus wäre noch monumentaler ausgefallen, hätten nicht stehengebliebene Brandmauern benutzt werden müssen.

Hinter der katholischen Kirche wollte er dann die — bis vor kurzer Zeit noch geschlossene — Französische Strafse durchbrechen, und rechts, wo das Telegraphenamt steht, sollte die neue Landesbibliothek sich erheben, deren Local damals schon als ungenügend erkannt worden war. Die Strafse sollte dann verbreitert werden, um der Werderschen Kirche einen würdigen Vorplatz zu schaffen, für die wir vier Pläne auf einem Blatte zur Auswahl zusammengestellt finden. Zwei in antiker, zwei in gothischer Form gehalten: alle darin übereinstimmend, dafs sie für einen freieren Platz berechnet waren. Am schönsten erscheint mir der, welcher einen corinthischen Tempel römischer Bauart copirt, während am nördlichen Ende sich eine flachgedeckte säulenumstellte Kuppel hoch erhebt, deren Gestalt an die Art Bramantes erinnert.

Nun an der Bauschule vorüber, die Schinkels eigenste und eigenthümlichste Schöpfung ist. An die Brücke, an Stelle der Mühlen, links dem Schlosse zu, wollte er ein Kaufhaus bauen. Dagegen mitten auf dem Schlofsplatze sollte ein Siegesbrunnen sich erheben: sprudelnde Wasserbecken mit mannigfachen Figuren übereinander, und auf der Höhe eine thronende Borussia, das Schwert schwingend, dessen Griff das Landwehrkreuz bildete.

Doch wir schreiten nun dem Platze zu, an dem das erhabenste unter all seinen Werken errichtet worden ist, das Museum.

Wenn wir Goethe's Iphigenie ein in glücklicher Ehe des Deutschen und Griechischen Geistes gezeugtes Kind nennen, dann ist das Museum Schinkels Iphigenie. Niemals betrete ich seine freie Säulenhalle, ohne dafs ein Hauch des Athenischen Lebens befreiend mich anweht. In diesem Baue hat Schinkel sich das würdigste Denkmal gestiftet. Wird auch die Halle, von der ich rede, noch immer durch jene zweite untere Gemäldereihe verunziert, für welche sich leider noch kein Topf mit Tünche gefunden hat, so überwindet der Glanz des Ganzen auch diese unglückliche Zuthat. Niemals ist den Werken der Kunst ein ehrfurchtgebietenderes Haus gebaut worden.

Für das Museum hat Schinkel von Grund auf Alles schaffen müssen. Kein Wunder, wenn er den Lustgarten in seiner neuen Gestalt als ihm besonders zugewiesen betrachtete. Zwischen Schlofs und Dom, weit jedoch über den Platz vorspringend, welchen die Schlofsapotheke einnimmt, wollte er für Friedrich den Grofsen einen Erinnerungsbau aufthürmen. Auf einem stufenreichen Unterbau sollte, nach zwei Seiten vortretend, eine offene Säulenhalle sich erheben, drei Etagen übereinander, drei Rückwände mit Gemälden, welche Friedrichs Thaten schildern. Diese offne Halle nahm das Denkmal in ihre Arme: einen Siegeswagen mit vier Rossen, auf dem der Held einherzieht. Hoch über der Mitte der Halle, hinter ihr stehend mit der Grundfläche, ragt ein corinthischer Tempel auf, während rechts und links ihre Vorsprünge mit lebendigem Grün besetzt waren. Es kann nichts Festlicheres, Sieg und Ruhm mehr verkündendes gedacht werden.

Zwei Gedanken mufs ich hier berühren.

Erstens: wie kam Schinkel dazu, dies in seiner Structur griechische Werk — etwa Trajan oder Hadrian würden so gebaut haben — dicht neben das in italienischer Renaissance gehaltene Schlofs zu setzen? Auf einer seiner Skizzen fand ich folgende, darauf anzuwendende Bemerkung.

Er schreibt:

Digitized by Google

Hauptprincip.

„Jede Construction sei rein, vollständig und in sich selbst abgeschlossen. Ist sie mit einer anderen, von einer anderen Natur verbunden, so sei diese gleichfalls in sich abgeschlossen und finde nur den bequemsten Ort, Lage, Winkel, sich der ersteren anzuschliefsen. Dies jedoch immer so, dafs der Anblick sogleich jede von der anderen unterscheiden kann und jede in ihrem ursprünglichen Charakter vollkommen herausstellt, aber auch jede in ihrer inneren Vollendung, wohin auch die artistische gehört, vollkommen befriedige.“

Aus dieser Anschauung heraus gewann Schinkel die Unbefangenheit, Monument an Monument zu reihen ohne dafs die Verschiedenheit des Styles in Betracht kam.

Und ferner eine Bemerkung über das Baumwerk, welches die Höhe des Friedrichsbaues krönen sollte.

Bei allen Bauten Schinkels sehen wir die Bäume eine Rolle spielen. Kein Project beinahe, das die Gebäude nicht als dicht umgeben von reicher Vegetation hinstellt. Garten und Gärtchen werden oft als architektonische Ingredienzien verwendet. Ging es nach ihm, so wäre Berlin wie ein idealer Wald, aus dem die Kirchen, Schlösser und Bildsäulen sich erhoben. Den Lustgarten sehen wir dicht von ihm bewaldet, die Brücke zu beiden Seiten in hohe Baumpartieen ausmündend. Wir werden bald sehen, bei welcher Gelegenheit er dies Princip am ausgiebigsten anwendet.

Noch einen Blick auf den Dom, wie Schinkel ihn umbauen wollte. Eine alte Kirche mit Renaissance-Kuppel stand da, ein Gebäude von, wie Schinkels Bericht sagt, sprichwörtlicher Häfslichkeit. Seine Grundmauern sollten verwerthet werden. Schinkel legte viele Pläne vor. Sein grandiosester Entwurf zeigt den Dom höher, breiter und weiter auf den Platz vortretend. Ein massiver, sich breit erstreckender Unterbau mit nach drei Seiten hin tempelfaçadenartigen Vorbauten, zu denen Stufen führen. Ueber deren Giebeln, das Ganze umfassend eine Attika, mit runden grofsen Fenstern, beherrscht von einer kräftig vorspringenden Krönung. An den Ecken dieses Baues niedere, aus zwei säulenumstellten Stockwerken gebildete, flache Thürme; in der Mitte eine gewaltige, von freien Säulen umringte Kuppel mit stufenförmiger Abdachung. Das Ganze grofsartig, aber fein in den Gliederungen, etwa als habe man das Project der Peterskirche, das Michelangelo ausführen wollte, in die schlankeren Formen Bramante's zurückübersetzt.

Noch aber bleibt Schinkels Hauptproject für den Lustgarten zu erwähnen.

Wer heute über die Brücke gehend nach dem Museum zu scharf links abbiegt, ahnt nicht, dafs dieser Platz, dicht an der Brücke, die Stelle war, für die Schinkel eine Fülle von Entwürfen, abermals zu seinem Friedrichsdenkmale entworfen hatte. Einen Reichthum offenbaren diese Skizzen, der gleichsam eine ganze Denkmalkunde enthält. Alle Combinationen scheinen erschöpft, vom einfachen Reiterstandbilde, wo wir den König, wie den Capitolinischen Marc Aurel zu Pferde, über einen Grund zerbrochener Waffen hinreiten sehen, bis zu den complicirtesten Erfindungen, wo Hallen, Tempel, Obelisken, Stelen, Triumphbogen verwandt worden sind, als hätte Schinkel durch die alle Möglichkeiten erschöpfende Mannichfaltigkeit seinen königlichen Bauherrn nöthigen wollen, sich für einen dieser Vorschläge zu entscheiden. Auch mufste der an jeder Seite ganz anders sichtbare Platz ihn auf's höchste reizen. Dicht am Wege befindlich, hinderte er doch Niemand, liefs zugleich aber, man mochte kommen woher man wollte, Niemandes Blicke los. Recht als hätte ein Athener ihn für ein Monument ausgewählt.

Allein der König entschied sich nicht und Schinkel mufste abermals wandern mit seinem Projecte. Endlich schien er nun den rechten Standort entdeckt zu haben: mitten auf dem Platze zwischen Universität und Opernhausplatz. Die veränderte Localität erforderte eine andere Gestaltung des Monumentes: eine Säule, wie die des Antonin oder Trajan in Rom, soll aufgerichtet werden. Ein Umgang von dorischen Säulen umgiebt ihre Basis. So angemessen für die Stelle erscheint wiederum dieser Vorschlag, dafs, stände die Säule heute da, Niemand, wie beim Brandenburger Thore, Berlin ohne sie würde denken können.

Diesem Platze nun aber in noch grofsartigerer Weise eine neue Gestaltung zugedacht in einem Projecte für Erbauung des heutigen kaiserlichen Palais. Hier zum erstenmale sehen wir Schinkel etwas vernichten wollen: die Bibliothek sollte fallen zu Gunsten des neuen Palastes. Ihrem Inhalte war hinter der Universität, an der Ecke, welche der botanische Garten einnimmt, ein neues Haus zugedacht: ein von vier gleichen Fronten umschlossenes Gebäude, das sich der Bau-Akademie vergleichen läfst, und denen einfache, sachgemäfse Architektur, verbunden mit vorzüglichen Grundrissen, den überzeugenden Eindruck von Zweckmäfsigkeit macht.

Dieser Abbruch der alten Bibliothek war indefs nicht bei allen Projecten für das Palais Bedingung; bei einigen sehen wir sie erhalten, alle diese bei weitem reicher als die definitive Form, in der wir das Gebäude heute erblicken. Schinkels schönster Entwurf dagegen verlangte Raum. Ueber Paläste hatte er seine eigenen Ideen, die er hier einmal wieder zu verwirklichen versuchte.

Zuerst sehen wir ihn zwei Etagen aufführen, die Front wie sie heute liegt, nur die Ecke mehr in den Platz hinein. Diesen Umbau überzieht er mit einer Bekleidung von Quadern; das grofse Einfahrtthor in die Mitte einfach hineingeschnitten, wie die Einfahrt in einen Tunnel. Die ganze Höhe dieser zwei Etagen krönt ringsum ein umlaufender Balkon, mit Vegetation erfüllt, und darauf erst erhebt sich der eigentliche Palast: ein einziges, hohes, luftiges Stockwerk man könnte sagen: italienisch gedacht, mit schlanken, bis auf den Boden reichenden Fenstern.

Dies die Vorderseite, und nun die Seitenansicht, dem Opernplatze zu. An Stelle der Bibliothek haben wir jetzt drei Terrassen, in grofsen Absätzen zurückweichend, auf denen sich Gärten mit üppigem Baumwuchse befinden, jede mit dem entsprechenden Stockwerke des Palastes in Verbindung, und als Abschlufs der Höhe eine lange, luftige Veranda, von der aus über den Platz herüber ein köstlicher Blick sich bieten mufste. Sommer- und Winterpalais wären in diesem Baue vereint gewesen. Einen Anfang dessen haben wir hier vor uns, was in den Plänen zum Schlosse Orianda endlich zu einem herrlichen architektonischen Gedichte angesponnen ward.

Noch einmal versucht Schinkel auch hier seine Friedrichssäule aufzustellen, als Abschlufs der Linden aufgefafst, an der Stelle wo heute das Monument steht; und noch an einer

Digitized by Google

anderen Stelle versucht er für den Prinzen von Preufsen, heute Se. Majestät den Kaiser, ein Palais zu bauen. Die eine Ecke des Pariser Platzes occupirte Schinkel durch den Palazzo des Grafen von Redern: die andere Ecke sollte für das Palais dienen. Die Façade hätte dem Platze zu gelegen, der Art, dafs die Achse des französischen Gesandtschaftshauses gerade auf ihre Mitte ging. Das Ganze in Quadern aufgeführt, die Ecke nach den Linden hin als viereckiger Thurm mit Balcons vorspringend. Hauptsache war hier die Einrichtung der Gärten, welche, durchschneidend, bis an die Spree sich erstrecken sollten, mit Rennbahnen und allem was die Erinnerung an italienische Gartenpracht aus Schinkels Phantasie herauslockte. Die Umgebungen des Brandenburger Thores mufsten damit in Einklang gebracht werden. Die Stadtmauer vor allen Dingen in ein Gitter verwandelt und mit Grün maskirt. Die Strafse bis zum Potsdamer Thor mit Villen besetzt. Vor dem Brandenburger Thore, aufsen, ein Platz durch eine niedrige breite Balustrade abgeschlossen, die sich nach den drei Hauptrichtungen in weiten Oeffnungen aufthat, jede zur Rechten und Linken mit Postamenten besetzt, auf denen Pferde- und Hirschgestalten ihren Stand hatten. Das Ganze parkmäfsig gedacht und nicht im entferntesten dem heutigen Verkehre genügend.

Bekannt ist, wie Schinkel aufserhalb Berlins vorstädtische Kirchen gebaut, wie er die Thore übrigens zum Theil occupirt hat, wie er neue Wege und Points de vue für den Thiergarten angab. Seine Mappen zeigen, wie er, neben diesen Projecten für feste Standpunkte, eine Fülle von Bauten im Geiste trug: Dome, Denkmale, festliche Schmuckbauten, die er auf dem Papiere ausführte — für Berlin, hoffnungslos von vornherein, dafs sie jemals irgendwo zur Entstehung kämen. Seine tröstende Göttin war zuletzt die Resignation geworden. Das gröfste all seiner Projecte jedoch, an dessen mögliche Ausführung er wenigstens beim Hinwerfen der ersten leichten Skizze geglaubt hat, bleibt noch zu erwähnen: die grandiose, letzte künstlerische Ausbildung eines Siegestempels für die Freiheitskriege, der auf dem Kreuzberge stehen sollte.

Das dort vorhandene Denkmal liesse sich einem Bäumchen vergleichen, das einsam sich erhebt, während ein ganzer Wald von hundertjährigen Stämmen gleichsam projectirt war. Den Berg ringsum und weit in die Landschaft hinein sollte in der That Baumwuchs bedecken; ein breiter gerader Weg vom Halleschen Thore bis zur Höhe frei bleiben. Das Hallische Thor war zu zwei nebeneinander liegenden Thoren neu projectirt, zwischen denen auf einem Obelisken ein Engel Michael stand.

Die Spitze der Anhöhe nun, die wir Kreuzberg nennen, sollte, frei von Bäumen, in drei grofsen Absätzen schräg abgestuft werden. Auf dem Plateau oben erhob sich ein viereckiger Unterbau. Die Ecken glatt, die etwas nach innen geneigten Seitenwände als Bogen gegliedert. Der Rand des Ganzen oben ringsum mit Bäumen eingefafst.

Auf der so construirten Basis erhebt sich ein glatter cylinderförmiger Bau, aus dem nach den vier Himmelsrichtungen antike Tempelfaçaden hervorspringen, zu denen reiche Treppen emporführen. Hoch über ihren Giebeln schliefst auch dieser Rundbau glatt ab, wiederum rings mit einer Baumreihe besetzt. Nun erst war der Grund für die eigentliche Siegeskirche gewonnen, die aus den letzten Baumgipfeln als gothischer Centralbau in unzähligen Spitzen, die mittelste die höchste, emporstieg. Dieses Project hat etwas überwältigendes. Die Abwechselung der mächtigen Constructionen mit Baumwuchs läfst den Bau als eine natürliche Fortsetzung der Anhöhe erscheinen.

Die schöpferische Kraft der Natur fand im Architekten ihren natürlichen letzten Interpreten gleichsam. Der Mensch veredelt, was die dunkeln Erdkräfte im Rohen schufen. Ausgeführt, würde dieses Werk meilenweit in die Runde sichtbar und ein Wahrzeichen für Berlin geworden sein, wie es die Peterskuppel für Rom ward.

Das ist das Berlin, das Schinkel gebaut haben würde, wenn er gedurft hätte. Wie günstig hat das Schicksal doch für Michelangelo gewaltet. Nichts sah er vollendet als er starb, und Alles, wenn auch hier und da nicht ganz so wie er wollte, ist nach ihm emporgewachsen. Dagegen, wie kurze Zeit verflossen seit Schinkels Fortgang, und alle Bedingungen von Grund aus verändert, unter denen er für sein Berlin seine Pläne schuf.

Was ahnte er von den Bauten, um die es sich heute handelt: Eisenbahnhöfen und Fabriken, Palästen grofser Industrie- und Geldgesellschaften, Quais und Canälen, und Häusern für die Volksvertretung. Wie konnte er ahnen, welch prachtvolles Material dafür zur Verfügung gestellt werden würde. Sein Berlin war arm und menschenleer. Schinkel wollte es zum Ideale einer Deutschen Hauptstadt erheben, wo Handel und Fabrikthätigkeit kaum vertreten sind, während Universität und Akademie, neben der im verborgenen fast geräuschlos arbeitenden Staatsmaschine, die entscheidenden Momente bilden. Nach den Freiheitskriegen schien ihm und der Mehrzahl des Volkes der Frieden auf undenkliche Zeit gesichert. Die Fortentwickelung Preufsens im Deutschen Sinne konnte nur die Arbeit der Cabinette sein. Wie völlig ist das Alles über den Haufen geworfen. Heute ist Berlin die Mitte des durch Eisenbahnen und Telegraphen fest zusammengehaltenen Landes, der Punkt, zu dem die energischsten Kräfte von allen Seiten unablässig zu Tausenden zuströmen, um lärmend hier die wichtigsten Geschäfte abzuthun. Der Kaiser, der von hier aus regiert, bedarf keines Palastes mehr, als Mitte der Stadt, wo sich in Gärten friedlich Hof halten läfst. Ganz Deutschland ist seine Residenz geworden. Wie in alten Zeiten der Kaiser unaufhörlich von Stadt zu Stadt zog, überall seine Pfalzen findend, so ruft ihn auch heute die Kriegs- und Friedensarbeit seines hohen Amtes unablässig hierhin und dorthin. Mit dem Begriffe der Ruhe ist der der Residenz im alten Sinne verschwunden, bei Berlin und den anderen grofsen Städten sogar der Begriff der Stadt selber umgewandelt worden.

Die Möglichkeit, überall zu wohnen und mit einer einzigen Nachtfahrt fast überall hinzugelangen, hat den Gedanken aufgehoben, für eine gröfsere oder geringere Anzahl dicht aneinander stofsender Wohnungen, die sich an bestimmten Punkten finden, eine eigene innere Form zu suchen. Ideale Mittelpunkte der Städte sind, wie die Mauern, nur noch zufällige Ueberbleibsel früherer Zustände. Niemand mehr, der sich in der Mitte von Berlin ein Haus bauen möchte, um da friedlich alt zu werden mit den Seinigen. Einzige Erwägung ist in solchen Fällen jetzt nur, wie weit fort von dem Centrum der Geschäfte man bauen dürfe ohne Unbequemlichkeiten im Verkehre dadurch zu erfahren. Die

Digitized by Google

Tendenz ist in Berlin: Paläste zu erbauen für die, deren grofsartige Geschäfte feststehende Räume verlangen; aufserhalb Berlins aber: zu wohnen, so still als möglich, so nah als möglich der Natur, so versteckt als möglich in einem eigenen Garten. Schinkel würde mit ungeheurem Erstaunen diesen Umschwung betrachtet haben. Solche Consequenzen der entfalteten Kraft des Volkes für sein Berlin vorauszusehen, war ihm unmöglich. Seine Gebäude setzten Menschen voraus mit ruhigem, heiterem Dasein. Dürer hatte bei seiner dreifach befestigten Königsburg immer die Einfälle der Türken im Auge: Schinkel hat niemals an Festungen und befestigte Schlösser gedacht, und auch die politische Arbeit des Volkes hat niemals seine Phantasie elektrisirt.

Nur einen leisen Anklang an die Gedanken unserer Zeit könnten wir darin finden, dafs er bei dem Dome für den Platz am Potsdamer Thore betont: Volksfeste müfsten hier gefeiert werden.

Allein nehmen wir an, die Aufgaben der heutigen Zeit wären ihm nahe getreten.

Worauf kommt es heute an?

Zu fühlen, dafs bei dem ungeheuren Areal, das Berlin einzunehmen im Begriffe steht, das Terrain nicht blofs als Baugrund, sondern im höchsten Sinne landschaftlich zu verwerthen sei. Hierfür hat kein Architekt einen Blick gehabt wie Schinkel. Er würde mit der nöthigen Autorität darauf gedrungen haben, dafs die Strafsen ihre Breite, die Plätze ihre beste Lage empfingen und überall der Blick monumentalen Bauten begegnete, deren Schönheit und Würde beruhigend gewirkt hätte im verwirrenden Getöse des heutigen Lebens. Er auch hätte dafür gesorgt, dafs dem Baumwuchs überall seine volle Berechtigung zu Theil geworden. Denn wie wollen die Bewohner dieser ungeheuren Stadt, die mit ihren Kindern stundenlange Wege zu machen haben, um in die freie Natur zu gelangen, überhaupt noch erfahren, was die freie Natur sei, ohne Gärten und Plätze mit Baumwuchs, zum Spiel für die Kinder und zum Athemholen für die Erwachsenen? Der Deutsche hat eine angeborne Sehnsucht nach dem Walde. Schinkels Drang, überall Baumwuchs in seine Architektur zu bringen, ist ächt national. Michelangelo dachte nie daran. Der Romane sucht seinen Bäumen womöglich das Ansehen steifer Wände zu geben, er erträgt es, in kahlen Städten zu sitzen und aufzuwachsen. Ein Deutsches Kind aber, das nicht unter Bäumen gespielt hat, nicht auf Bäume geklettert ist, hat einen Theil seines Jugendglückes eingebüfst. Schinkel würde dargelegt haben, dafs die Verkommenheit eines immer mehr anschwellenden Bruchtheiles unserer Bevölkerung in dem gefängnifsartigen, von dem Verkehr mit der freien Natur abgeschlossenen Emporwachsen von Menschen ihren Grund hat, die von Kind auf niemals reine Luft athmeten.

Es kommt ferner darauf an: herauszufinden, welche Stellen der innern Stadt von Häusern befreit werden müssen, um Raum für offene Plätze und für monumentale Bauten zu gewinnen. Schinkel hat bewiesen, wie im Ganzen er sein Berlin auch in dieser Beziehung kannte: er würde auf's neue bewiesen haben, dafs er es auch heute zu behandeln wisse. Er aber auch, dessen Aufgabe immer war, das Vorhandene zu schonen, würde bei aller Energie im Fortschaffen des Häfslichen, Ehrfurcht bewiesen haben vor den ächten Resten alter Kunst, selbst wenn es den Anschein gehabt hätte, dafs sie im Wege ständen. Vielleicht auch, wenn Schinkel selbst Wache gehalten hätte, dafs einige seiner eigenen Werke heute nicht so unnütz zerstört worden wären, oder durch unorganische Zuthaten und Anhängsel verunziert daständen.

Endlich: ein Mann wie Schinkel wäre dazu geschaffen gewesen, für die neu aufzuführenden monumentalen Gebäude den Styl anzugeben, der der geeignete sowohl für ihren Zweck, als für den Platz wäre, auf den sie kommen sollten.

Während Michelangelo aus all seinen Erfahrungen einen Styl bilden konnte, übersah Schinkel, dem ganz andere Erfahrungen zu Gebote standen, mit wissenschaftlicher Freiheit die gesammte architektonische Entwickelung: seine historisch geschulte Phantasie reproducirte für jeden Bau die Form, die sich am besten für ihn schickte. Von unendlichen Seiten flogen ihm die Motive zu. Was würde er aus den Quadern und dem Marmor errichtet haben, für die ihm heute colossale Geldmittel zu Gebote ständen und die er seiner Zeit aus Kalkbewurf und Stuck nachahmen mufste!

Und nicht blos die grofsen öffentlichen Bauten, auch die Privatbauten würden diesen Reichthum seines Geistes an Ornamentik empfunden haben. Schinkel war es ein Leichtes, Pracht zu schaffen, wo sie verlangt wurde, und für die innere Einrichtung praktische Erfahrungen zu verwerthen. Hier wie überall geht er von den einfachsten, naturgemäfsen Gedanken aus.

Denken wir ihn als den Mann, dem ganze Stadtviertel zu bauen übertragen würden, ihn als den, der bei unbegrenztem Credit einen Palast für den Kaiser, ein Parlamentshaus,*) Paläste für die Ministerien zu errichten hätte — vergessen wir nicht, wie sehr alle seine Projecte zuerst in colossalen, die ganze Umgegend beherrschenden Formen entstanden — solche Aufgaben würden ihn in einen Rausch des Entzückens versetzt haben. Jetzt erst hätte er ein Feld gefunden, auf dem er sich mit Michelangelo messen konnte.

Schinkel heute nach dem taxiren zu wollen, was er factisch gethan hat, wäre eine Ungerechtigkeit. Seine Projecte sogar bezeichnen nicht voll den Umfang seines Geistes: wir müssen hinzuthun, was er schrieb, wie er arbeitete, wie er lebte. Träte heute ein Mann wie er wieder unter uns, er würde auf keine der Fragen, die wir an ihn zu stellen hätten, die Antwort schuldig bleiben.

Und so wollen wir Schinkel heute ehren und verehren, als stände er hier und hörte mit an, was über ihn geurtheilt wird.

Nach einer längeren Pause begann gegen 11 Uhr das Festmahl, bei welchem der Ober-Landes-Bau-Director Hagen die üblichen Gedächtnifsworte zu Ehren Schinkels sprach. Andere Toaste des Prof. Lucae, des Herrn Ministers

*) Lebte Schinkel noch, er hätte längst, innerhalb der Stadt, den besten Platz für das Deutsche Parlamentshaus ausfindig und dem Umherirren der Wahl von einer zufällig freiliegenden Stelle fiscalischen Eigenthums zur andern ein Ende gemacht. Berlin hat genug Stellen, wo Luft geschafft werden mufs, denn jede Verminderung der inneren Häusermasse ist bei der Ueberbürdung der Stadt mit Wohnstätten, welche in den letzten Jahren stattfand, eine Wohlthat. Ich erlaube mir, da die Gelegenheit sich bietet, einen Vorschlag. Man mache das Quadrat zwischen Wilhelms-, Koch-, Friedrichs- und Prinzessinnenstrafse von Häusern leer und setze auf den so entstehenden, mit Bäumen umkränzten Platz das Parlamentshaus. Die Anhaltstrafse führte dann gerade auf die Mitte des Platzes zu, während auf dem Anhaltplatze Stein's Denkmal seinen Platz finden könnte.

Digitized by Google

Dr. Achenbach, des Commerzienrath Schwartzkopff folgten nach, untermischt von einer grofsen Anzahl von Telegrammen, welche aus den Festversammlungen anderer Provinzen eingelaufen waren.

Einen hohen künstlerischen Genufs gewährten die durch Hrn. Prof. v. Werner während der Pausen des Mahles arrangirten 4 lebenden Bilder, deren erstes die Büste Schinkels von den Gestalten der Berolina, der Architektur, Skulptur und Malerei umgeben, die 3 andern aber Scenen des häuslichen Lebens in seiner Verbindung mit der Pflege der Kunst darstellten, und in ihrer Beleuchtung und Gesammtwirkung zu dem vollendetsten gehörten, was in dieser Art jemals zur Erscheinung gebracht worden ist.

Den Schlufs des Festes bildete die durch Hrn. Prof. Adler in geistreicher Weise gefafste Erklärung einer von Herrn Schäffer trefflich gezeichneten Tischkarte.

Erst in spätester Stunde trennte sich die Versammlung.

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Versammlung am 13. Januar 1874.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Streckert.

Herr G. Meyer machte einige Mittheilungen über den von S. K. Brunel als Chef-Ingenieur ausgeführten, im Jahre 1857 vollendeten Bau der Wilts, Somerset und Weymouth-Eisenbahn im westlichen England. Dieselbe bildet eine Zweigbahn der Great-Western-Eisenbahn und erstreckte sich in ihrer derzeitigen Anlage in einer Länge von etwa 120 englischen Meilen von Chippenham über Westbury nach Weymouth mit Abzweigungen nach Salisbury, Devizes, Radstock und Bathampton. Sie durchzieht ein hügeliges Terrain, welches zwar wesentliche Schwierigkeiten dem Bahnbau nicht entgegenstellte, aber doch eine grofse Zahl nicht unbedeutender Bauwerke erforderlich machte, darunter zwei Tunnel und mehrere Aquäducte für Canäle.

Der Bahnkörper ist mit wenigen Ausnahmen zweigeleisig hergestellt für die Brunel'sche weite Spur von 7′ englisch mit 6′ Zwischenraum zwischen den Geleisen und 28′, auf einigen Strecken 30′ Kronenbreite. Der Landerwerb geschah meist freihändig durch besondere Commissare. Das Bahnterrain wurde sofort nach Ueberweisung mit einer soliden Einfriedigung umschlossen.

Die Ausführung des ganzen Unterbaues war gröfseren Unternehmern übertragen auf Grund von Bauverträgen, welche Bahnstrecken von etwa 9 bis 15 englische Meilen umfafsten. Die Herstellung des Oberbaues und die Bahnhofsbauten bildeten in der Regel Gegenstände besonderer Verträge. Der Transport der Erdmassen wurde gröfstentheils auf Interims-Eisenbahnen bewirkt. Die Schüttung geschah vor Kopf. Als Transportgefäfse dienten dabei Vorkipp-Wagen, deren Entleerung nach der in England gebräuchlichen Methode durch Pferde erfolgte.

Bei der Wahl der Brückenconstructionen ist folgendes System befolgt: Wo der tragfähige Baugrund in geringer Tiefe unter Terrain sich vorfand und die Fundirung der Massivbauten ohne Schwierigkeiten sich ausführen liefs, sind steinerne Pfeiler und Widerlager gebaut, welche bei ausreichender Höhe zwischen Terrain und Bahnkrone Gewölbe tragen, bei beschränkter Höhe hölzerne, oder wenn die Spannweiten bedeutend waren, schmiedeeiserne Ueberbauten. Wo aber die Fundirung der Massivbauten erhebliche Arbeiten und Kosten verursacht haben würde, sind hölzerne (Joch-) Brücken hergestellt. Letztere kommen daher in grofser Anzahl und bei fast allen Flufs-Uebergängen vor.

Die Massiv-Constructionen zeichnen sich vor den in Deutschland üblichen durch eine sparsame Verwendung des Materials aus, welche hauptsächlich dadurch erreicht ist, dafs die Widerlager aus einzelnen pfeilerartigen Mauertheilen bestehen, die durch Bogen und Verkleidungsmauern verbunden sind. Die Flügel zeigen starke Dossirungen (1 : 5) und bei geringen Mauerstärken in kurzen Abständen angebrachte Strebepfeiler. Die hierdurch erzielte Ersparung ist bedeutend; es beträgt z. B. der Aufwand an Mauermassen bei den gewölbten Brunel'schen Wege-Unterführungen etwa $^1/_3$ weniger als bei den Henz'schen Normalien. Die Kosten der Ausführung werden durch die etwas complicirteren Mauerformen nicht wesentlich erhöht. So hat der Preis für Bruchstein-Mauerwerk (Fundament-, aufgehendes und Gewölbe-Mauerwerk) einschliefslich sämmtlicher Materialien und Nebenarbeiten nach einem Durchschnitt aus 9 verschiedenen Contracten pro Kubikfufs englisch (am fertigen Bauwerk gemessen) $6^1/_9$ Silbergroschen betragen, pro Kubikfufs Backstein-Mauerwerk desgleichen $7^1/_9$ Silbergroschen, in einer für den Bezug der Baumaterialien allerdings günstig situirten Gegend.

Hinsichtlich der Constructionen der hölzernen Brücken ist hervorzuheben die Verbindung dicht neben einander gerammter Pfähle zu compacten Pfeilern, die Verwendung der Hölzer in starken Dimensionen, wie sie aus den amerikanischen und Ostsee-Häfen bezogen werden, die Vermeidung jeglicher Schwächung der Hauptconstructionstheile durch Zapfen, Nuthen und dergleichen, dafür ausgedehnte Anwendung eiserner Schuhe an den Verbindungsstellen, endlich sorgfältige Abwässerung, um das Bilden von Wassersäcken zu verhindern. Bei gröfseren Spannweiten sind meist Hängewerks-Constructionen angewandt, dagegen niemals Gitterbrücken nach amerikanischem System. Der Brückenbelag erhielt eine Kiesdecke zum Schutz gegen Feuersgefahr und zur Aufnahme der Bahnschwellen. Sämmtliches Holz wurde vor der Verwendung mit Creosot oder Zinkchloryd imprägnirt und später getheert.

Die Preise für die hölzernen Brücken (Material und Arbeitslohn, einschliefslich Ramm- und aller Neben-Arbeiten) haben betragen:

pro Kubikfufs engl. Kiefernholz (an dem fertigen Bauwerk gemessen)	$32^1/_2$ Sgr.
pro Centner Schmiedeeisen . . .	$7^2/_3$ Thlr.
pro Centner Gufseisen	4 -

Ein Viaduct bei Bradford von 2 à 50′ und 6 à 30′ weiten Oeffnungen bei geringer Höhe der Bahn über Hochwasser, hat etwa 17800 Thlr. gekostet oder pro laufenden Fufs engl. für 2 Geleise $63^1/_2$ Thlr., für 1 Geleis $31^3/_4$ Thlr.;

Digitized by Google

ein anderer eingeleisig ausgeführter Viaduct pro laufenden Fuſs 27½ Thlr.

Die wenigen vorkommenden eisernen Brücken-Ueberbauten sind als Blechträger nach bekannten englischen Mustern construirt. Der Oberbau besteht aus Brückenschienen (61 englische Pfd. pro Yard) auf Langschwellen (84 □Zoll im Querschnitt); erstere sind durch Schraubbolzen mit unter den Schwellen liegenden Muttern (fangbolts) befestigt. Ausnahmsweise ist eine Kohlenbahn mit Barlowschienen und eine andere Strecke mit Stuhlschienen auf Querschwellen belegt.

Die Bahnhöfe zeigen die schon mehrfach besprochenen Abweichungen von den in Deutschland üblichen Anlagen: ausgedehnte Anwendung von Drehscheiben, Güterschuppen mit Raum im Innern für Geleise, Fahrstraſsen und dazwischen liegendem Perron, Sturzvorrichtungen für den Kohlenverkehr; für den Personenverkehr: Anlagen zur Aufnahme der Passagiere an beiden Seiten der Bahn, bedeckte Hallen an den End- und Trennungsbahnhöfen, hohe abgeschlossene Perrons, selten Restaurationen und Beamtenwohnungen.

Die Empfangsgebäude der Wilts, Somerset und Weymouth-Bahn sind mit groſser Oekonomie hergerichtet, häufig von Holz und in geringen Grundriſs-Dimensionen. Optische Signale finden sich nur vor Bahnhöfen, Abzweigungen und Niveau-Uebergänge für öffentliche Wege, die hier, wie überhaupt in England, aber nur ausnahmsweise vorkommen.

Herr Dr. zur Nieden besprach hierauf das Preisausschreiben des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen zur Erlangung einer gefahrlosen Kuppelung. Dasselbe verlangt bekanntlich eine Vorrichtung, durch welche das Kuppeln der Eisenbahn-Fahrzeuge möglich wird, ohne daſs der die Kuppelung Ausführende zwischen die Wagen tritt; fernere Bedingungen stellt das Preisausschreiben nicht. Der Vortragende hatte es sich zur Aufgabe gestellt, die Frage aus dieser Allgemeinheit herauszuziehen und bestimmte Bedingungen zu entwickeln, welche von einer praktischen Lösung der Aufgabe erfüllt werden müssen. Derartige Bedingungen ergeben sich aus der Geschichte, welche die Versuche der gefahrlosen Kuppelungen bisher gehabt hat, und aus der Statistik der Tödtungen und Verletzungen, welche bei dem Rangiren der Züge eintreten. Unter den ältesten Versuchen der gefahrlosen Kuppelungen wurden die Constructionen von Taylor und Cranstoun (1855) und von Grapow (1856) genannt; beide wollen alle bei dem Kuppeln der Eisenbahn-Fahrzeuge vorkommenden Operationen — nämlich Schliefsen, Anziehen und Lösen der Verbindung — bewirken, ohne daſs der die Kuppelung Ausführende zwischen die Wagen zu treten hat, und werden dadurch zu complicirt, als daſs sich von ihnen eine längere Dauer erwarten lieſse; man wird deshalb einfachere Constructionen erstreben müssen. Wie die Eisenbahn-Statistik zeigt, ist nun auch auf alle drei Operationen nicht das gleiche Gewicht zu legen; es kommen bei dem Anziehen der Verbindung nur selten oder gar keine Unglücksfälle vor und die Gefahr bei dem Lösen verhält sich zu der dem Arbeiter bei dem Schliefsen drohenden etwa wie 1 : 4. Zieht man hierbei noch in Betracht, daſs bei jeder Arbeit, die auf einem Bahnhofe geleistet wird, selbst wenn dieselbe auch vollständig gefahrlos erscheint, Unglücksfälle eintreten, die man auf Rechnung der groſsen Unvorsichtigkeit der Arbeiter schreiben muſs, so wird man zu dem Schluſs kommen, daſs man die Gefahrquelle fast nur in dem Schliefsen zu suchen hat. Ob dieses Verhältniſs späteren Constructeuren bereits bekannt war, oder ob nur das Streben nach gröſserer Einfachheit leitend gewesen ist, läſst der Vortragende dahingestellt, constatirt indeſs, daſs bei den ferneren in der Literatur verzeichneten Kuppelungen nur Vorrichtungen sich finden, bei denen allein das Schliefsen und Lösen, oder auch nur das Schliefsen von der Seite des Wagens aus bewirkt wird; das Anziehen der Kuppelung ist dann meist gar nicht vorgesehen. Heuſsinger von Waldegg beschreibt in dem Handbuch der speciellen Eisenbahntechnik von diesen Kuppelungen speciell die von F. Osborne, welche sich jedoch von dem betreffenden Theil der Construction von Taylor und Cranstoun im Princip gar nicht unterscheidet. Ein neues Princip finden wir in der auf den Norwegischen Bahnen eingeführten Construction des Ober-Ingenieurs Pihl, welcher die Kuppelung mit den Buffern verbindet, dabei aber den Differenzen nicht genügend Rechnung trägt, welche in der Bufferhöhe beladener und leerer Wagen existiren. Pihl hat zugleich dem Einbuffersystem sich zugewendet, bei welchem an die Stelle der beiden auf den Wagenecken angeordneten Buffer nur ein Buffer und zwar in der Mitte der Kopfwand tritt. Der zur Kuppelungsstelle gehende Arbeiter hat also auf seinem Wege keinen Buffer zu passiren; ihm droht also auch nicht mehr die Gefahr, zwischen den Buffern gequetscht zu werden. Das Einbuffersystem ist schon in der ersten Zeit der Bahnen bei den Würtembergischen Staatsbahnen und der früheren Versailler Bahn (linkes Ufer) in Gebrauch gewesen; da seine Anwendung keinerlei Bedenken erregt hat, so würde wohl die Frage aufzuwerfen sein, ob es sich nicht empfiehlt, zur Verminderung der bei dem Rangiren den Arbeitern drohenden Gefahren zu diesem System zurückzukehren. Der Vortragende glaubt dies widerrathen zu müssen: man würde dabei den Vortheil verlieren, daſs die Gewaltstöfse von den Buffern auf die kräftigen Langträger direct übertragen werden, und es würde somit die Zerstörung bei Zusammenstöfsen gröſsere Dimensionen annehmen, wie bisher. Auſserdem würden aber auch der Uebergang zu einem neuen System und die damit verbundenen provisorischen und definitiven Aenderungen groſse Schwierigkeiten im Betriebe und enorme Kosten verursachen. Der Vortragende will deshalb unter den Bedingungen, welche die gesuchte Construction würde zu erfüllen haben, die Bedingung voranstellen:

1) daſs eine wesentliche Aenderung des Systems der Wagen möglichst zu vermeiden sei,

und zieht aus dem Vortrage ferner noch folgende Bedingungen heraus:

2) Wenn für die Bewegung der Kuppelung Wellen verwendet werden, so müssen sie nach dem Vorgange von Taylor und Cranstoun so angebracht werden, daſs die bei dem Ingangsetzen und Hemmen der Züge eintretenden Stöfse sie nicht treffen, weil sonst für die Brauchbarkeit der Construction keine lange Dauer zu hoffen ist.

3) Es ist nicht nöthig, daſs das Anziehen der Kuppelungen von der Seite der Wagen aus erfolgen könne; ferner ist auch nur ein geringer Werth darauf zu legen, daſs das Lösen in dieser Weise bewirkt werden könne. Der Schwerpunkt der Aufgabe muſs darin gefunden werden, daſs das Schliefsen stattfindet, ohne daſs der die Kuppelung Bewirkende zwischen die Wagen treten muſs.

Digitized by Google

4) Auf die zwischen beladenen und leeren Wagen in der Bufferhöhe bestehenden Differenzen (nach den technischen Vereinbarungen sind 125 mm zulässig) mufs bei der Construction besonders gerücksichtigt werden.

5) Die Kuppelung mufs gestatten, dafs die Wagen in jeder Zusammenstellung verbunden werden können, es darf also nicht so construirt werden, dafs an den Wagen sich Vorder- und Hintertheil ausbildet, wie bei der Pihl'schen Einrichtung.

6) Für Constructionen, welche sich selbstthätig schliefsen, mufs eine Vorrichtung hergestellt werden, durch welche zeitweise das Schliefsen verhindert werden kann; im anderen Falle würde es nicht mehr möglich bleiben, Wagen ablaufen zu lassen.

Der Vortragende kam schliefslich darauf zurück, dafs das Ziel seines Vortrages die Entwickelung der vorstehenden Bedingungen gewesen sei, er wolle jedoch über dieses Ziel hinausgehend noch eine Construction darlegen, welche er, von diesen Bedingungen geleitet, entworfen habe. Ueber die Anwendbarkeit dieser Construction wurde die Discussion eröffnet, jedoch wegen vorgerückter Zeit die Fortsetzung derselben für eine folgende Sitzung in Aussicht genommen.

Zum Schlusse der Sitzung wurden in üblicher Abstimmung als einheimische ordentliche Mitglieder in den Verein aufgenommen: die Herren Hartnack, Regierungsrath a. D. und Mitglied der Direction der Berlin-Görlitzer Eisenbahn, Rock, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn, Schück, Regierungsrath a. D. und Director der Berliner Nordbahn, Reitzenstein, Regierungsassessor, und W. Jordan, Eisenbahn-Bauinspector a. D. und Baudirector der Deutschen Reichs- und Continental-Eisenbahn-Baugesellschaft.

Versammlung am 10. Februar 1874.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Streckert.

Der Vorsitzende gab aus den vom Herrn Handelsminister dem Verein übersandten statistischen Nachrichten von den preufsischen Eisenbahnen für das Jahr 1872 eine allgemeine Uebersicht über die Längen, Anlagekosten, Rentabilität etc. derselben. Eine Vergleichung der Jahre 1862 und 1872 ergiebt für die Gesammtlänge der Bahnen 6024 gegen 12752 Kilometer, der doppelgeleisigen Bahnstrecken 1821 gegen 4885 Kilometer, und des verwendeten Anlagecapitals 410535432 gegen 927469694 Thaler; sodann 1513 Locomotiven mit 30107450 zurückgelegten Nutzkilometer gegen 4335 Locomotiven mit 90188272; ferner 2359 Personenwagen gegen 6794, und 31339 Lastwagen gegen 100984. Personen wurden befördert 25928393 gegen 86442679, und Güter transportirt 406854797 gegen 1485872648 Ctr.; die Einnahmen betrugen für jede Person und jeden Kilometer $5_{,03}$ gegen $4_{,24}$ Pf., und für die Güter für jeden Centner und Kilometer $0_{,39}$ gegen $0_{,29}$ Pf., sodann die Gesammt-Einnahme aus dem Personenverkehr 15055740 gegen 38299237 Thlr.; aus dem Güterverkehr 32088669 gegen 94574044 Thlr., und zusammen pro Kilometer 8400 gegen 11415 Thlr.; die Ausgaben dagegen 4129 gegen 6954 Thlr., und der Ueberschufs aus den Einnahmen 25787000 gegen 56364554 Thlr. Die Durchschnittsrente für das verwendete Anlagecapital stellte sich auf $4_{,85}$ (mit Garantiezuschufs $5_{,40}$) gegen $5_{,54}$ p. C. (mit Garantiezuschufs $5_{,77}$ p. C.). Während die Tarife für den Personenverkehr in den letzten 20 Jahren nicht erhöht worden seien, sei für den Personenverkehr durch den geringen Satz von $1^1/_2$ Sgr. pro Meile für die vierte Klasse und die Einführung der Retour- und Abonnements-Billets eigentlich eine Verringerung eingetreten. Die Eisenbahnsteuer, die Gemeindesteuern, die Leistungen für die Postverwaltung nehmen bei den Privatbahnen etwas über 20 % der Beträge in Anspruch, welche auf die Dividenden entfallen. Im Jahre 1872 betrug die Durchschnittsrente des verwendeten Anlagecapitals bei den Staatsbahnen $5_{,98}$ p. C., bei den unter Staatsverwaltung stehenden Privatbahnen $5_{,01}$ p. C. (und mit Garantiezuschufs $5_{,10}$ p. C.) und bei den Privatbahnen mit eigener Verwaltung $5_{,46}$ p. C. (und mit Garantiezuschufs $5_{,90}$ p. C.).

Der Schriftführer machte sodann unter Vorlegung der zugehörigen Zeichnungen Mittheilung über eine demselben vom Baumeister Hohmann in Cassel zugegangene und erdachte Construction einer Drehscheibe ohne tragende Unterlage und einer Schiebebühne und eventuell auch Drehscheibe nach gleichem Principe construirt; dasselbe besteht darin, dafs die Plattform der Drehscheibe und Schiebebühne, an einem durch Träger und Winkeleisen gebildeten Rahmen hängend, von den über ein, beziehungsweise mehrere Geleise aufgestellten Trägern getragen wird; die drehende Bewegung soll durch ein Kugelgelenk und die seitliche durch Rollenlager bewirkt werden. In der hier anschliefsenden Debatte wurde auf die starke Deformation der Plattform der Drehscheibe hingewiesen, welche bei der Construction selbst durch Berechnung nicht vollständig mit Sicherheit festgestellt werden könne.

Am Schlusse der Sitzung wurden in üblicher Abstimmung als einheimische ordentliche Mitglieder in den Verein aufgenommen: die Herren Geheimer Regierungsrath Dr. Gerstner, Eisenbahn-Baumeister Ballauf und Baudirector Stute.

Versammlung am 10. März 1874.

Vorsitzender: Hr. Hartwich. Schriftführer: Hr. Streckert.

Herr Schwabe legte das von dem Ingenieur Thiel in Breslau aufgestellte Project für eine nach dem System der Rigibahn zu erbauende Locomotiv-Eisenbahn von Schmiedeberg bis zur Riesenbaude, am Fufse der Schneekoppe, vor. Die Bahn soll sich an die von Hirschberg nach Schmiedeberg projectirte Locomotiv-Eisenbahn anschliefsen, von dem Nordende von Schmiedeberg aus an den Abhängen des Schmiedeberger- und demnächst des Riesen-Kamms bis zu der auf österreichischem Gebiet am Fufse des Schneekoppenkegels gelegenen Riesenbaude emporsteigen, und hier $1402_{,93}$ m über dem Meere, und 200 m unter der Spitze der Schneekoppe endigen. Die Bahn hat bei einer Länge von 11500 m eine Höhe von 977 m zu ersteigen und demgemäfs Steigungen bis 1 : 9 bei 180 m Radius erhalten.

In Folge sorgfältiger Terrainstudien ist es gelungen, eine Linie aufzufinden, die sich gröfstentheils den Abhängen anschmiegt und nur geringe Erd- und Kunstbauten erfordert. Stationen sind aufser den beiden Endpunkten nur eine in der Nähe der Colonie Forst Langwasser angenommen.

Herr Jonas sprach über die Stellung der Preise für die Leistungen der Eisenbahnen:

Es herrscht gegenwärtig allgemein die Ueberzeugung vor, dafs in unserem Eisenbahnwesen gründliche Reformen nothwendig sind. Ueber die Art dieser Reformen gehen die

Digitized by Google

Meinungen jedoch weit auseinander, und eine Verständigung hierüber ist um so schwieriger, als die Grund-Anschauungen über die Natur und über die Ziele des Eisenbahnwesens aufserordentlich verschieden sind. Bei dieser Verschiedenheit in den Grund-Anschauungen ist es natürlich, dafs auch in den einzelnen zur Erörterung kommenden Eisenbahn-Fragen die Ansichten schon auf dem Gebiete der Theorie wesentlich differiren, da diese Fragen grofsentheils nicht für sich allein, und in Bezug auf die ihnen selbst beizulegende praktische Bedeutung, sondern als Theile eines Systems über die Ordnung des gesammten Eisenbahnwesens aufgefafst werden.

So verschieden und wechselnd indefs die Meinungen über diese Fragen sind, so scheinen doch gerade jetzt die meisten, wenigstens der im Reichstage und den Landtagen, sowie in der Presse vertretenen Ansichten darin übereinzustimmen, dafs eine Abhilfe der wirklich oder vermeintlich vorhandenen Uebelstände weniger von der Concurrenz resp. von der Selbsthilfe, als von einer dem Publikum möglichst günstigen gesetzlichen Feststellung der Transportbedingungen und der Verpflichtungen der Transportunternehmer, und von einer Kräftigung der Aufsichtsgewalt des Staates erwartet wird.

Diese jetzt vorherrschende Richtung der Ansichten wird sehr wahrscheinlich für einen längeren Zeitraum, und vielleicht über ihre eigene Dauer hinaus dadurch eine grofse Bedeutung erlangen, dafs gerade jetzt ein Reichs-Eisenbahngesetz ausgearbeitet wird. Denn es läfst sich annehmen, dafs diese Richtung in dem Gesetzentwurfe Ausdruck finden, oder dafs, wenn dies nicht der Fall sein sollte, der Entwurf aus diesem Grunde vielfach amendirt werden wird.

Unter den auf das Eisenbahnwesen bezüglichen Tagesfragen steht nun die Tarif-Frage mit in der ersten Reihe. Dieselbe betrifft einestheils das Tarif-System, d. h. die Grundsätze, nach denen die Transporte in Bezug auf die Preisstellung klassifizirt werden, und nach denen die Preise zusammenzusetzen oder unter einander in Verhältnifs zu bringen sind, anderntheils die Preisstellung selbst innerhalb der durch das Tarif-System gegebenen Kategorieen und Bedingungen.

In beiden Beziehungen gehört das Tarifwesen nach Art. 45 der Reichsverfassung zur Competenz des Reiches, und läfst sich daher erwarten, dafs das zu erlassende Reichs-Eisenbahngesetz diese Materien behandeln wird.

Wenn ich nun jetzt die Preisstellung in den Tarifen zum Thema nehme, so könnte mir vorgehalten werden, dafs eine Besprechung hierüber verfrüht sei, und dafs es angemessen gewesen sein würde, zunächst das Bekanntwerden des Gesetzentwurfes abzuwarten. Es handelt sich jedoch hierbei einestheils um eine brennende Frage, da von vielen Seiten eine Erhöhung der Tarife als unumgänglich nothwendig für eine angemessene Prosperität der Eisenbahnen in Anspruch genommen wird, und die Entscheidung über die betreffenden Anträge kaum wird hinausgeschoben werden können, bis das neue Gesetz in Kraft tritt. Anderntheils aber kommt in Betracht, dafs durch ein neues Reichsgesetz ohne weiteres nur das bisher gültige Landesgesetz absorbirt werden kann, wogegen die Statuten und Concessionsbedingungen der einzelnen Bahnen, welche seither weit mehr als das Gesetz bei der Behandlung dieser Fragen maafsgebend gewesen sind, ihre Geltung behalten würden, falls nicht etwa das neue Gesetz deren Beseitigung ausdrücklich vorschriebe.

Unter diesen Umständen dürfte es immerhin von Interesse sein, die Frage, welche Art der Regelung als die zweckmäfsigste erscheint, schon jetzt zu ventiliren, und dabei zu erörtern, in wie weit die bisherigen Rechtszustände auf gesetzlichen, und in wie weit sie auf statutarischen Vorschriften beruhen.

Die betreffenden gesetzlichen Vorschriften sind in den §§. 26 bis 35 des Gesetzes über die Eisenbahn-Unternehmungen vom 3. November 1838 enthalten, indefs ist es keineswegs klar, was eigentlich hiernach gültiges Recht ist, und zwar namentlich deswegen, weil das Gesetz von der bestimmten Voraussetzung ausgeht, dafs nach Ablauf der drei ersten Betriebsjahre zum Transportbetriebe auf der Bahn aufser der Eisenbahngesellschaft selbst auch Andere gegen Entrichtung eines Bahngeldes sollen zugelassen werden, und weil diese Voraussetzung nirgend eingetreten ist.

Der §. 26 des Gesetzes bestimmt nämlich:

> Für die ersten drei Jahre nach dem auf die Eröffnung der Bahn folgenden 1. Januar wird vorbehaltlich der Bestimmung des §. 45 (welcher den Anschlufs neuer Bahnen betrifft) der Gesellschaft das Recht zugestanden, ohne Zulassung eines Concurrenten, den Transportbetrieb allein zu unternehmen, und die Preise sowohl für den Personen- als für den Waarentransport nach ihrem Ermessen zu bestimmen. Die Gesellschaft mufs jedoch
>
> 1. den angenommenen Tarif beim Beginn des Tansportbetriebes, und die späteren Aenderungen sofort bei deren Eintritt, im Falle der Erhöhung aber 6 Wochen vor Anwendung derselben der Regierung anzeigen und öffentlich bekannt machen, und
> 2. für die angesetzten Preise alle zur Fortschaffung aufgegebenen Waaren ohne Unterschied der Interessenten befördern, mit Ausnahme solcher Waaren, deren Transport auf der Bahn durch das Bahnreglement oder sonst polizeilich für unzulässig erklärt ist.

Die folgenden Paragraphen setzen nun fest, dafs nach Ablauf der ersten drei Jahre auch andere Unternehmer gegen Entrichtung eines Bahngeldes zugelassen werden können, und enthalten weitläufige Bestimmungen über Berechnung dieses Bahngeldes in bestimmten, vom Handelsminister für jede Bahn festzusetzenden drei- bis zehnjährigen Perioden.

Dann heifst es weiter im

> §. 32. Es bleibt der Gesellschaft überlassen, nachdem die Regulirung des Bahngeld-Tarifes nach §§. 29 und 30 erfolgt ist, die Preise, welche sie für die Beförderung an Fuhrlohn neben dem Bahngelde erheben will, nach ihrem Ermessen anzusetzen, es dürfen solche jedoch nicht auf einen höheren Reinertrag als 10 Procent des in dem Transportunternehmen angelegten Capitals berechnet werden.
>
> Die Gesellschaft ist hierbei verpflichtet
>
> 1. den Fracht-Tarif, sowohl für den Waaren- als für den Personen-Transport, welcher nachher ohne Zustimmung des Handelsministeriums nicht erhöht werden darf, so wie demnächst die innerhalb der tarifmäfsigen Sätze vorge-

Digitized by Google

nommenen Aenderungen, und zwar im Falle einer Erhöhung früher ermäfsigter Sätze 6 Wochen vor Anwendung derselben der Regierung anzuzeigen, und öffentlich bekannt zu machen, auch

2. für die angenommenen Sätze alle zur Fortschaffung aufgegebenen Waaren, deren Transport polizeilich zulässig ist, ohne Unterschied der Interessenten zu befördern.

Die Paragraphen 26 und 32 haben hiernach nur das gemeinsam, dafs die Gesellschaft den Tarif und alle späteren Aenderungen publiciren mufs, im Falle der Erhöhung 6 Wochen vor Anwendung der erhöhten Sätze, und dafs der publicirte Tarif allen Interessenten gegenüber gleichmäfsig angewendet werden mufs. Sie unterscheiden sich dadurch, dafs nach §. 26 vollständige Tarifffreiheit zugestanden ist, während nach §. 32 ein Normal- oder vielmehr Maximaltarif gesetzt ist, welcher sich aus Bahngeld und Fuhrlohn zusammensetzt, und zwar soll das Bahngeld der bisherigen Nutzung möglichst entsprechend nach einem Reinertrage von 6 bis 10 Procent des auf die Bahn und Zubehör verwendeten Anlagecapitals, das neben dem Bahngelde anzusetzende Fuhrlohn zuerst von der Gesellschaft nach freiem Ermessen bestimmt, indefs auf keinen höheren Reinertrag als 10 Procent von dem in dem Transportunternehmen angelegten Capital berechnet werden. Der hiernach von der Gesellschaft zuerst angenommene Tarif ist der Maximal-Tarif, welcher nachher ohne Zustimmung des Handelsministeriums nicht erhöht werden darf, wogegen innerhalb der tarifmäfsigen Sätze, d. h. also bis zur Höhe des zuerst angenommenen Tarifs Erhöhungen früher ermäfsigter Sätze ohne ministerielle Genehmigung vorgenommen werden können.

Nun gilt der §. 26 ausdrücklich nur für die ersten 3 Jahre, und der §. 32 gilt erst, nachdem die Bahngeld-Regulirung erfolgt ist. Zuvörderst fragt sich daher, welche Bestimmung Platz greift, wenn die ersten 3 Betriebsjahre verflossen sind, und eine Bahngeld-Regulirung nicht erfolgt ist, ein Fall, in welchem sich fast alle bestehenden Bahnen befinden.

Bessel und Kühlwetter sind der Meinung, dafs in diesem Falle der §. 26 so lange weiter gilt, bis eine Bahngeld-Regulirung erfolgt. Dagegen ist vom Finanzminister, dem die Eisenbahnen bis 1848 unterstellt waren, und später vom Handelsminister wiederholt erklärt worden, dafs in diesem Falle der §. 26 nicht mehr für anwendbar erachtet werden könne.

Was aber den §. 32 betrifft, so ist in einem in Angelegenheiten der Magdeburg-Leipziger Bahn ergangenen Rescript vom Jahre 1845 ausgesprochen, dafs nach Ablauf der ersten 3 Betriebsjahre der §. 32 Nr. 1 ohne weiteres und also auch ohne Regulirung des Bahngeldes in Kraft trete. Als Maximaltarif gelte alsdann der Tarif, wie er an dem auf den Ablauf der ersten 3 Jahre folgenden 1. Januar bestanden habe. Ermäfsige die Gesellschaft später diesen Tarif, so könne sie ihn selbstständig ganz oder theilweise wiederherstellen, sofern nur dadurch ihre Rente nicht auf mehr als 10 Procent des Anlagecapitals gebracht werde; wolle sie aber über diesen Maximaltarif hinaus erhöhen, so sei Genehmigung des Ministers erforderlich, welche derselbe dann auch in dem Falle versagen könne, wenn die Rente weniger als 10 Procent des Anlagecapitals ausmache.

In Uebereinstimmung mit dieser Auffassung folgerte noch im Jahre 1849 der Minister gegenüber der Berlin-Hamburger Bahn daraus, dafs nach Ablauf der ersten 3 Betriebsjahre der §. 26 nicht mehr gelte, dafs später die Gesellschaft Tarif-Erhöhungen nicht mehr selbstständig vornehmen dürfe, und hielt diese Entscheidung auch noch im Jahre 1850 aufrecht.

In anderen Fällen wurde schon seit 1844 der Grundsatz aufgestellt, dafs nach Ablauf der ersten 3 Betriebsjahre eine Bahngeld-Regulirung erfolgen müsse, selbst wenn kein Concurrent vorhanden sei, es sei denn, dafs die Gesellschaft sich freiwillig verpflichte, ihre Tarife überhaupt ohne ministerielle Genehmigung nicht zu erhöhen.

Diese Ansicht ist später die vorherrschende geworden, und ist im Jahre 1853 für alle diejenigen Privatbahnen, welche eine Verpflichtung, zu Tarif-Erhöhungen ministerielle Genehmigung nachzusuchen, nicht anerkannten, die Regulirung des Bahngeldes verfügt worden.

Der von verschiedenen Seiten erhobene Einwand, eine Bahngeld-Regulirung sei nur zulässig, wenn ein Concurrent vorhanden sei, wurde zurückgewiesen. Dieser Einwand war namentlich von der Berlin-Stettiner Bahn durch Berufung auf den Wortlaut des §. 29 des Gesetzes motivirt worden, in welchem es heifst:

> Die Höhe des Bahngeldes, zu dessen Forderung die Gesellschaft in Ermangelung gütlicher Einigung mit dem Transport-Unternehmer berechtigt ist, wird in der Art festgesetzt, u. s. w.,

woraus sie folgerte, dafs ein Transport-Unternehmer da sein müsse, mit welchem eine gütliche Einigung versucht werden könnte.

Eine wirkliche Regulirung des Bahngeldes ist indefs, so viel mir bekannt, nur bei drei Eisenbahnen zu Stande gekommen, nämlich bei der Berlin-Anhaltischen und der Berlin-Stettiner Bahn für die Jahre 1854 bis 1858, und bei der Magdeburg-Leipziger Eisenbahn für die Periode 1855 bis 1859.

Es ist namentlich deshalb interessant, die damals festgesetzten Bahngeldsätze ins Auge zu fassen, weil sich durch Vergleichung derselben ergiebt, dafs die vorgeschriebene Berechnung zu aufserordentlich verschiedenen Resultaten führte. Namentlich haben sich bei der Magdeburg-Leipziger Bahn sehr viel geringere Sätze ergeben, wie bei den beiden anderen Bahnen.

Bei der Berlin-Anhaltischen Bahn betrug das Bahngeld

pro Person und Meile	$27_{,360}$ Pf.
und für Güter	
für Eil- und sperriges Gut . .	$7_{,017}$ Pf.
Normalgut	$3_{,909}$ Pf.
ermäfsigte Klasse Einzelgut .	$2_{,931}$ Pf.
ermäfsigte Klasse Wagenladungen	$1_{,954}$ Pf.

pro Centner und Meile.

Bei Berlin-Stettin

pro Person und Meile	$26_{,679}$ Pf.
für Güter	
in I. Klasse (sperrig)	$8_{,452}$ Pf.
II. Klasse (Wolle)	$7_{,211}$ Pf.
III. Klasse (Normalklasse) . . .	$4_{,326}$ Pf.
IV. Klasse (niedrigster Frachtsatz)	$2_{,884}$ Pf.

pro Centner und Meile.

Digitized by Google

Bei der Magdeburg-Leipziger Bahn stellten sich wie gesagt die Sätze wesentlich niedriger. Sie betrugen

pro Person und Meile . .	$16,_{813}$ Pf.
für Güter	
Eilgut	$5,_{813}$ Pf.
sperriges Gut	$5,_{527}$ Pf.
Normalgut	$2,_{749}$ Pf.
und für Güter der 5 ermäfsigten Klassen	$2,_{492}$ Pf.
	$2,_{315}$ Pf.
	$2,_{077}$ Pf.
	$1,_{938}$ Pf.
	$1,_{661}$ Pf.

pro Centner und Meile.

Die betreffenden Directionen wurden aufgefordert, hiernach einen vollständigen Tarif vorzulegen, und dabei den Nachweis zu führen, dafs der den Bahngeldsätzen zugerechnete Fuhrlohn nicht höher als auf einen Reinertrag von 10 Procent des in dem Transport-Unternehmen angelegten Capitals berechnet sei.

Alle drei Verwaltungen behaupteten, ihre damals giltigen Tarife entsprächen diesem Erfordernifs, und dies wurde als richtig anerkannt.

Nach Ablauf dieser ersten vierjährigen Perioden wurde überall von weiterer Bahngeld-Regulirung Abstand genommen, auch ist bei den später entstandenen Bahnen von einer solchen niemals die Rede gewesen.

Der Grund hierfür ist offenbar darin zu finden, dafs bei den später ertheilten Concessionen der Staatsregierung Rechte vorbehalten sind, welche über die in §. 32 des Eisenbahngesetzes eventuell gegebenen Befugnisse weit hinausgehen, und dafs auch die älteren Gesellschaften gelegentlich der Erweiterung ihrer Anlagen fast durchgängig bewogen worden sind, sich statutarisch ähnlichen Bestimmungen zu unterwerfen.

Vorbehalten wurde der Regierung nicht nur die Genehmigung aller Tarif-Erhöhungen, sondern überhaupt die Genehmigung der Tarife, und sind hierdurch gegenwärtig die Bestimmungen des Eisenbahngesetzes, so weit sie sich auf die Höhe der Tarife beziehen, vollständig aufser Anwendung gekommen.

Hierdurch erklärt es sich einestheils, dafs die vielfachen Controversen über die Auslegung dieser Bestimmungen nicht definitiv zum Austrag gebracht sind, anderntheils, dafs die im §. 32 Nr. 1 des Gesetzes verfolgte Idee eines Maximaltarifes für jede Bahn, in dessen Grenzen die Bahnverwaltungen selbstständig sollten Veränderungen vornehmen dürfen, gänzlich in Vergessenheit gerathen sind.

Allerdings läfst es sich kaum bestreiten, dafs die Unklarheit der gesetzlichen Bestimmungen, welche für ganz andere Verhältnisse berechnet waren, als nachher wirklich eintraten, der Staatsregierung volle Veranlassung bot, die streitigen Punkte durch Aufstellung klarer Concessionsbedingungen zu beseitigen. Ferner mufs dabei berücksichtigt werden, dafs die im Gesetze vorgeschriebene Berechnung des Bahngeldes vielleicht für den Zweck, für welchen sie zunächst dienen sollte, nämlich um zu ermitteln, was andere auf der Bahn zuzulassende Concurrenten der Bahn-Eigenthümerin für die Mitbenutzung der Bahn in Ermangelung gütlicher Einigung zu zahlen haben, ganz tauglich gewesen sein würde, dafs sie aber blos für den Zweck, um einem angemessenen Fracht-tarife der Gesellschaft als Grundlage zu dienen, ganz und gar nicht paßte. Insbesondere war die Berechnung eines Tarifes auf einen bestimmten Reinertrag zwar durchaus motivirt einem Concurrenten gegenüber, dem die Gesellschaft die Mittel zur Concurrenz abzutreten gezwungen werden sollte, aber ganz unpraktisch dem Publikum gegenüber, dessen Bedürfnissen die Tarife, um rentabel zu werden, sich ohne Rücksicht auf die Selbstkosten anpassen mufsten, und daher ganz unmöglich in solchen Fällen, wo eine Bahn nicht wegen zu niedriger Tarife, sondern wegen Mangels an Frequenz niedrige Reinerträge brachte. Denn wenn in einem solchen Falle die Tarife auf einen bestimmten höheren Reinertrag berechnet werden sollten, so würden sie eine Höhe erreicht haben, dafs sie nicht nur die Bahn keineswegs rentabler gemacht, sondern vielleicht den Verkehr wirklich geschädigt haben würden.

Wenn es hiernach anzuerkennen ist, dafs die Aufstellung klarer Concessionsbedingungen, durch welche die Tarifrage sachgemäfs und ohne grofse Weiterungen geregelt werden konnte, in den Verhältnissen wohlbegründet war, so braucht deshalb noch nicht vorausgesetzt zu werden, dafs bei Aufstellung dieser Concessionsbedingungen von vornherein die Absicht vorgewaltet habe, von den Grundprincipien des Gesetzes abzuweichen. Das Gesetz erkennt es in §. 32 als Regel an, dafs ein bestimmter Tarif, bei dessen Festsetzung die Gesellschaft sehr wesentlich mitzuwirken hat, als Maximaltarif gelten soll, in dessen Grenzen die Gesellschaft selbstständig ermäfsigen und wiedererhöhen darf. Wenn nun statt dessen in den Concessionsbedingungen nicht die Genehmigung eines Maximaltarifes, sondern schlechthin die Genehmigung der Tarife der Regierung vorbehalten war, so war damit keineswegs gesagt, dafs nicht den Ansichten der Gesellschaftsvorstände über die Normirung der Tarife Rechnung getragen werden solle, sofern nicht eine ungebührliche Beeinträchtigung des Verkehrs zu besorgen war.

Und in der That ist lange Jahre hindurch von diesen Concessionsbedingungen nur ein sehr mäfsiger Gebrauch gemacht worden. Bis gegen die Mitte der 1850er Jahre sind allgemeine Tarif-Erhöhungen bei Privat- wie bei Staatsbahnen häufig vorgekommen, und die Staatsregierung ist ohne viele Bedenklichkeiten auf dieselben eingegangen. Dann folgten Zeiten, wo die Fälle nur selten eintraten, in denen bei bereits bestehenden Bahnen jene Bedingungen zur Anwendung kommen konnten. Der enorme Aufschwung des Verkehrs, die entstehende Concurrenz der verschiedenen Eisenbahnrouten untereinander, und der verschiedenen Handels- und Productionsplätze, an denen sich zu betheiligen die Eisenbahnen durch ihr Interesse genöthigt waren, wirkten auf eine erhebliche und immer fortschreitende Ermäfsigung der Tarife hin, und ein Bedürfnifs zu Tarif-Erhöhungen trat nur vereinzelt hervor, und wurde alsdann von der Staatsregierung gewöhnlich ohne Schwierigkeiten anerkannt.

Nichtsdestoweniger haben jene Concessionsbedingungen nach meiner Ueberzeugung insofern sehr ungünstig gewirkt, als sie allmählig die Principien des Eisenbahngesetzes beim Publikum in Vergessenheit gebracht, und dasselbe daran gewöhnt haben, die Staatsregierung allein für die Angemessenheit der Tarifsätze verantwortlich zu machen, und nicht nur da, wo ein Tarif zu hoch erschien, die Einwirkung der Staatsregierung auf Herabsetzung in Anspruch zu nehmen,

Digitized by Google

sondern auch da, wo ein Tarif so niedrig bemessen war, dafs er der Eisenbahn nur einen ungenügenden oder gar keinen Gewinn brachte, die Genehmigung zur Erhöhung dieses Tarifes als eine besondere, der Eisenbahn auf Kosten anderer Interessen gewährte Begünstigung, und deshalb den bestehenden zu niedrigen Tarif gewissermaafsen als ein den anderen Interessenten zustehendes wohlerworbenes Recht anzusehen.

Diese Auffassung mufste schädlich wirken, sobald wieder Verhältnisse eintraten, welche einem weiteren Herabgehen der Tarife nicht günstig waren, oder sogar eine Erhöhung der Tarife für die Eisenbahnen nützlich erscheinen liefsen. Solche Verhältnisse haben im verflossenen Jahre vorgelegen, und liegen nach meiner Ueberzeugung auch jetzt noch vor. Schon seit mehreren Jahren ist von einer Concurrenz der Eisenbahnen durch Unterbieten der Preise nicht mehr die Rede. Die Tarif-Herabsetzungen, welche in dieser Zeit vorgekommen sind, charakterisiren sich im wesentlichen nur als Declarationen der Klassification, oder beruhen auf örtlichen Umständen, und machen, wenn sie irgendwo eingeführt sind, dann allerdings häufig die Runde durch die Verbände, indem die Concurrenz sich darauf beschränkt, den anderswo acceptirten Ermäfsigungen zu folgen. Im letzten Jahre ist von vielen Eisenbahnen und Verbänden eine Erhöhung der Tarife beantragt, und durch das allgemeine Sinken des Geldwerthes, die vermehrten Ausgaben und den Rückgang der Reinerträge motivirt worden, und es kann als feststehend angenommen werden und wird durch die Abschlüsse bestätigt werden, dafs die Reinerträge vieler Bahnen so ungenügend geworden sind, dafs die letzteren nach den Principien des Eisenbahngesetzes eine Erhöhung ihrer Tarife unbedingt würden fordern können.

Der hierdurch erzeugte Rückgang der Dividenden und Course hat denn auch gegenwärtig die öffentliche Meinung im ganzen günstig für eine Tarif-Erhöhung gestimmt. Indefs auch von denen, welche für eine Erhöhung stimmen, wünscht ein grofser Theil nur eine einmalige Concession, und keineswegs eine Rückkehr zu einer gröfseren Selbstständigkeit der Eisenbahnen bei Normirung ihrer Tarife.

Dafs durch die bestehenden Tarifbeschränkungen in den letzten Jahren die Concurrenz beeinträchtigt ist, wird kaum bestritten. Denn das sehen die Meisten ein, dafs eine wirksame Concurrenz sich dauernd nur erhalten kann, wenn die Concurrenten die Möglichkeit haben, unter Umständen ihre Preise auch ohne Schwierigkeiten wieder zu erhöhen.

Aber das Princip der Concurrenz selbst ist hinsichtlich des Eisenbahnwesens in der öffentlichen Meinung in Mifskredit gekommen. Im Gebiete des Eisenbahnwesens ist allerdings die Wirksamkeit der Concurrenz bei uns niemals mit der Klarheit hervorgetreten, wie auf anderen Gebieten; zuerst, als nur wenige und vereinzelte Bahnen vorhanden waren, fehlte es an den faktischen Bedingungen, und später konnte von wirklich freier Concurrenz, abgesehen von der Nothwendigkeit der Concessionen überhaupt, namentlich wegen der einschränkenden Concessionsbedingungen nicht die Rede sein. Immerhin ist die Wirksamkeit der Concurrenz eine sehr erhebliche gewesen. Allein bei den enormen Hoffnungen, welche von vielen Seiten auf sie gebaut waren, konnte eine Enttäuschung kaum fehlen. Die unmittelbaren Vortheile derselben sind dabei vielfach unterschätzt, die mittelbaren häufig verkannt, und aufserdem ist unser Publikum ungemein empfindlich gegen wirklichen oder vermeintlichen Mifsbrauch der wirthschaftlichen Freiheit, und daher bei allen Mifsständen und Unbequemlichkeiten, welche die Concurrenz oft vorübergehend im Gefolge hat, stets geneigt, eine staatliche Einwirkung in Anspruch zu nehmen.

Diese Neigung, in Verbindung mit der vorerwähnten, durch die aufgestellten Concessionsbedingungen begünstigten Auffassung, dafs es Aufgabe der Staatsregierung sei, andere Interessen gegen eine willkürliche Tarifpolitik der Eisenbahnen zu schützen, mufs zu dem Bestreben führen, den Kampf der Interessen nicht sowohl durch eigene Kraft mit den Waffen der Concurrenz, sondern durch Herbeiziehung der Staatshilfe auszukämpfen. Hierdurch werden die Grundanschauungen über die Regelung des Eisenbahnwesens oft sehr wesentlich beeinflufst. Wenn z. B. vielleicht ein Eisen-Producent einestheils billige Frachten für Kohlen, Erze, Kalk und Eisen wünscht, und es deshalb in seinem Interesse findet, gegen Tarif-Erhöhungen zu agitiren, er aber anderntheils einsieht, dafs die jetzigen Tarife der Rentabilität der Bahnen nachtheilig sind, dafs ferner geringe Rentabilität der bestehenden Bahnen den Bau neuer Bahnen durch Privatunternehmer zurückhält, und dafs durch Einstellung der Bahnbauten namentlich auch die Eisenindustrie leiden mufs, so ist es nur natürlich, wenn etwa von einem solchen Interessenten der Ausbau des Eisenbahnnetzes durch den Staat empfohlen, und überhaupt dem Staatsbahn-Principe der Vorzug eingeräumt wird.

Dafs die Concurrenz in der Preisstellung aufgehört habe, wollen manche gar nicht als einen Nachtheil anerkennen, indem sie der Meinung sind, dafs die Concurrenz sich nun um so mehr durch Verbesserung der Leistungen geltend machen werde. Die Anhänger dieser Ansicht scheinen indefs zu übersehen, dafs auch zur Verbesserung der Leistungen beinahe immer Geldmittel erforderlich sind, welche auf die Dauer nur die Betriebsüberschüsse bieten oder verzinsen können, und dafs mithin, wenn die Concurrenz in der Preisstellung wegen fehlender oder unzureichender Ueberschüsse ins Stocken kommt, alsdann auch die Mittel zur Verbesserung der Leistungen fehlen werden.

Wenn nun einerseits allgemein anerkannt wird, dafs gegenwärtig im Eisenbahnwesen viele Mängel und Uebelstände bestehen, und dafs die Leistungen nicht so sind, wie man sie wünschen mufs, und wenn andrerseits zugegeben werden mufs, dafs eine Schwächung der Concurrenz eingetreten ist, und dafs diese ihren Hauptgrund in den Beschränkungen hat, welche den Eisenbahnen hinsichtlich der Festsetzung ihrer Preise durch die Concessionsbedingungen auferlegt sind, so käme es darauf an, zu untersuchen, ob resp. inwieweit diese Beschränkungen und jene Uebelstände in ursächlichem Zusammenhange stehen.

Die Nothwendigkeit, zu Tarif-Erhöhungen die Genehmigung der Staatsregierung einzuholen, in Verbindung mit der gesetzlichen Bestimmung, wonach Tarif-Erhöhungen 6 Wochen vor Anwendung derselben bekannt gemacht werden sollen, begünstigt jedenfalls die Stabilität der Tarife.

Denn schon die Zeitdauer, welche die Erledigung eines Antrages auf Tarif-Erhöhung in Anspruch nimmt, macht es unthunlich, an eine solche Maafsregel zu denken, wenn nicht ein erhebliches und dauerndes Bedürfnifs dazu vorausgesetzt wird, und andrerseits hat gerade die Schwierigkeit

Digitized by Google

der Tarif-Erhöhung zur Folge, dafs von den Bahnverwaltungen verständiger Weise auch zu Tarif-Ermäfsigungen nur dann geschritten werden kann, wenn die Verhältnisse, welche dieselben als nützlich erscheinen lassen, als dauernde aufgefafst werden.

Auch die einmalige Genehmigung einer allgemeinen Tarif-Erhöhung würde hieran jetzt wenig ändern. Die Bahnverwaltungen würden vielmehr, auch wenn demnächst die Verhältnisse durch Sinken der Selbstkosten sich wieder besserten, dennoch der Schwierigkeiten, welche sie jetzt haben, um bei eingetretenem Bedürfnifs wieder zu höheren Tarifen zu gelangen, vermuthlich eingedenk bleiben, und sich zu nützlichen Tarif-Ermäfsigungen nicht mehr so leicht, wie früher, entschliefsen, und scheint aus dieser Rücksicht eine einmalige allgemeine Tarif-Erhöhung auch gar nicht so unbedenklich, wenn damit nicht eine Aenderung des Systems verbunden wird.

Wenn es sich nun darum handelt, darüber zu urtheilen, ob ein stabil gewordener Frachtsatz zu einem gegebenen Zeitpunkt angemessen sei oder nicht, so kann dies nur durch Vergleichung mit demjenigen eventuell zu ermittelnden Preise geschehen, welcher sich bei wirthschaftlicher Freiheit durch Angebot und Nachfrage ergeben würde. Ich gestatte mir, diesen Preis den natürlichen zu nennen. Derselbe wechselt bei allen Dingen und Leistungen, also auch bei den Eisenbahntransporten, je nach dem Vorwalten des Angebots oder der Nachfrage, und wird daher im Vergleich mit einem auf irgend eine andere Art festgesetzten stabileren Preise, auch wenn letzterer sich dem Durchschnittssatze des natürlichen Preises näherte, bald niedriger, bald höher, als der stabile sein.

Ist der natürliche Preis zeitweise niedriger, als der festgesetzte stabile Preis, so wird das Angebot prävaliren, die Frequenz nimmt ab, das vorhandene Material der Eisenbahnen bleibt theilweise unbenutzt, und das Interesse der letzteren, so wie das allgemeine Verkehrsinteresse erheischen gleichmäfsig eine Herabsetzung der Tarife.

Eine solche zu fordern, steht der Staatsregierung auch nach den Concessionsbedingungen nicht zu. Sie kann nach dem Gesetz nur verlangt werden, wenn sich für die Eisenbahn für die zuletzt verlaufene Bahngeld-Periode ein Reinertrag von mehr als 10 Procent des ganzen in dem Unternehmen angelegten Capitals ergeben hat. Bisher sind indefs in solchen Fällen die erforderlichen, von der öffentlichen Meinung geforderten, von der Staatsregierung empfohlenen und durch das Beispiel der Staatsbahnen beförderten Tarif-Herabsetzungen von den Privatverwaltungen gewöhnlich bereitwillig concedirt.

Wo etwa in solchen Zeiten die Verwaltungen unter besonderen Umständen ein Interesse daran finden, mit Einführung der angemessen gewordenen Ermäfsigungen zu zögern, hemmt dies zwar zeitweise den Aufschwung des Verkehrs, ruft aber andrerseits neue nützliche Concurrenz hervor, indem ein solcher Zustand die Unternehmung neuer Bahnbauten besonders begünstigt.

Wenn dagegen zeitweise der natürliche Preis höher ist als der wirkliche Tarif, so herrscht die Nachfrage vor, die Frequenz nimmt zu, und das vorhandene Material wird häufig zur Bewältigung der angemeldeten Transporte nicht ausreichen. Ein derartiges Vorherrschen der Nachfrage hat meistens durchaus nicht seinen Hauptgrund in dem niedrigen Tarife, sondern in anderen Conjuncturen, aber dasselbe wird nur durch den stabilen Tarif zu einem dauernden Zustand, da im wirthschaftlichen Leben nur die Preisstellung als Regulator für Angebot und Nachfrage wirken kann.

Ein solcher Zustand ist natürlich in erster Linie für die Eisenbahnen nachtheilig, indem dieselben für ihre Leistungen weniger bezahlt erhalten, wie sie naturgemäfs bekommen müfsten. Bei wohlsituirten Bahnen wird dieser Nachtheil oft nicht besonders fühlbar werden, sofern die Tarifsätze gegen die Selbstkosten, welche freilich bei solchen Conjuncturen stets zu steigen pflegen, noch immer einen angemessenen Ueberschufs gewähren, da die Steigerung der Selbstkosten durch die erhöhte Frequenz ganz oder doch theilweise ausgeglichen wird. Bei weniger gut situirten Bahnen, welche verhältnifsmäfsig höhere Selbstkosten haben, kann eine Steigerung derselben ohne eine Erhöhung der Preise trotz der Zunahme der Frequenz leicht verhängnifsvoll werden.

Das nachfragende Publikum aber hat den Nachtheil, dafs es nothwendiger Weise schlechter bedient wird. Sobald die Nachfrage die Leistungsfähigkeit der Bahn übersteigt, kann der Geschäftsmann überhaupt nicht mehr darauf rechnen, dafs seine Transporte zu der ihm passenden Zeit ausgeführt werden. Die Reihenfolge der Transporte wird, da ein Ueberbieten im Preise nicht stattfinden kann, sich gerechter Weise nur durch die Reihenfolge der Anmeldungen bestimmen lassen. Die Einhaltung dieser Reihenfolge läfst sich schwer controliren, da sich die disponiblen Wagen niemals für alle vorkommenden Transporte eignen. Der Willkür der Beamten kann hierbei deshalb niemals vollständig gesteuert werden. Indefs wenn auch die Reihenfolge der Anmeldungen den Ausschlag giebt, so finden sich hierbei doch stets diejenigen, welche ein gröfseres Interesse an Beförderung ihrer Sendungen haben, als andere, aufser Stande, dies Interesse in legitimer Weise zur Geltung zu bringen.

Wie erheblich die hierdurch erzeugten Nachtheile für den Verkehr sind, kann gewifs am besten aus den lauten Klagen ermessen werden, welche in solchen Zeiten jedesmal gegen die Eisenbahnen, und nicht minder gegen die Aufsichtsbehörden erhoben werden. Diese Klagen sind ganz gewifs insoweit vollständig begründet, als sie einen höchst unerfreulichen Zustand constatiren, da die Klagenden zur Beurtheilung der eigenen Verhältnisse unzweifelhaft als competent anzusehen sind. Die Ursache des Uebels zu erkennen, ist schwerer, und wenn unter solchen Umständen die Klagen mit heftigen Anschuldigungen gegen die Eisenbahnbeamten wegen Unbeholfenheit und Mangel an Dienstwilligkeit, gegen die Verwaltungen wegen Nachlässigkeit, Unfähigkeit, Mangel an Voraussicht, und gegen die Aufsichtsbehörde wegen Mangel an Energie verbunden werden, so sind diese Urtheile gewifs häufig sehr ungerecht.

Zutreffend ist dagegen vielleicht die Klage über die in solchen Zeiten leidende Integrität der Beamten, wiewohl eine zuverlässige Feststellung der in dieser Hinsicht bestehenden Zustände aus naheliegenden Gründen für Niemanden schwieriger ist als für die Eisenbahnverwaltungen und die Aufsichtsbehörden. Das Uebel liegt indefs zu sehr in der Natur der Verhältnisse, und kann es kaum Verwunderung erregen, wenn einige unter vielen mäfsig besoldeten Beamten der an

Digitized by Google

sie herantretenden Versuchung unterliegen, sofern man nur die Gröfse dieser Versuchung in Erwägung zieht. Da das Material zur Bewältigung aller Transporte nicht ausreicht, so sucht jeder Versender in dem Maafse, wie er an der vorzugsweisen Beförderung seiner Sendungen ein gröfseres oder geringeres Interesse hat, seine Wünsche durch Benehmen mit den Beamten, deren Willkür, wie schon erwähnt, hier stets einen Spielraum hat, zu erreichen, und ein grofser Theil der concurrirenden Geschäftsleute trägt alsdann leider kein Bedenken, für besondere Berücksichtigung den einzelnen Beamten Privatvortheile zu bieten, oder stillschweigend zukommen zu lassen. Dieselben bestehen vielleicht in den wenigsten Fällen in baarem Gelde, da bei der überwiegenden Mehrzahl der Beamten das Ehrgefühl stark genug sein wird, um nackte Bestechung abzulehnen. Als weniger bedenklich mag die Annahme von Gelegenheitsgeschenken in Landesprodukten, von Waarenlieferungen oder Creditofferten zu billigen Bedingungen, von kostenloser Bestellung gepachteter Dispositionsländereien angesehen werden. Auf diese Weise macht die natürliche Concurrenz sich durch Ueberbieten im Preise geltend, nur dafs der höhere Preis nicht in loyaler Weise der Eisenbahn, sondern unrechtmäfsiger Weise Unberechtigten offerirt wird.

Durch stabile Tarife wird ferner eine reichliche Materialbeschaffung eher gehemmt als gefördert. Die Aufsichtsbehörden, selbst wenn man ihnen sehr weitgehende Competenzen geben wollte, werden in dieser Beziehung stets nur wenig ausrichten können, wenn die Verwaltungen nicht durch den eigenen Vortheil angespornt werden. Gegenwärtig haben dieselben aber im Allgemeinen kein finanzielles Interesse, ihren Maschinen- und Wagenpark über den regelmäfsigen Bedarf hinaus zu vermehren. Ein Reservebestand, welcher nur bei besonderen Conjuncturen zur Benutzung käme, würde bei dem bestehenden stabilen Tarife das darauf verwendete Capital schlecht verzinsen. Anders bei variablen Tarifen, bei deren Bestehen darauf zu rechnen wäre, dafs, sobald jener Reservebestand überhaupt in Thätigkeit käme, derselbe erhöhte Frachten einträge, wodurch die Anschaffung eines solchen Reservebestandes finanziell nützlich oder wenigstens weniger nachtheilig werden würde.

Ein weiterer Nachtheil ungenügend gewordener stabiler Tarife ist der, dafs der Bau neuer Bahnen dabei nicht gewinnverheifsend ist, und dafs sich deshalb solide Unternehmer, denen es wirklich um Herstellung einer rentablen Anlage zu thun ist, von demselben abwenden, und der Ausbau des Bahnnetzes, soweit er überhaupt durch neue Privatgesellschaften noch stattfinden kann, an Leute kommt, welche vornehmlich einen einmaligen Gewinn bei Gründung der Gesellschaft oder beim Bau selbst erstreben, und denen die dauernde Prosperität des Unternehmens jedenfalls erst in zweiter Linie am Herzen liegt.

Auch die weiterliegenden indirecten Nachtheile, welche eine zu niedrige Preisstellung für die Leistungen der Eisenbahnen nicht nur für die letzteren selbst und das die Eisenbahn benutzende Publikum, sondern auch für die öffentlichen Zustände mit sich bringt, sind mannigfaltig, und werden schwerlich genügend gewürdigt. Da die Preisstellung im freien wirthschaftlichen Verkehr von den Selbstkosten nur ganz im Allgemeinen abhängt, so kommen Ermäfsigungen der Selbstkosten auch keineswegs stets direct den Consumenten zu Gute. Die Eisenbahnfrachten repräsentiren für die meisten Handelsartikel einen Theil der Selbstkosten. Sind dieselben nach den gerade obwaltenden Verhältnissen niedriger, als sie angemessener Weise sein könnten, so wächst der Vortheil, welcher dem dadurch bedingten Verlust der Eisenbahnen correspondirt, erfahrungsmäfsig meist in erster Linie denjenigen anderen Produktions- oder Handels-Geschäftszweigen zu, welche bei Herstellung oder Herbeischaffung der betreffenden Handelsartikel mitbetheiligt sind. Diese anderen Industriezweige gelangen dadurch auf Kosten der Eisenbahnen zu einer nicht naturgemäfsen Prosperität, was dem öffentlichen Interesse keineswegs immer dienlich ist. Beispielsweise haben billige Kohlen- oder Kartoffel-Frachten notorisch gar nicht immer, oder auch nur meistens, billige Kohlen- oder Kartoffel-Preise zur unmittelbaren Folge. Die Marktpreise für Kohlen und Kartoffeln reguliren sich nur nach Angebot und Nachfrage. Die billigen Frachten verringern die Beschaffungskosten dieser Artikel. Sie können deshalb allerdings, indem sie die Concurrenz vermehren, auch indirect auf die Preise influiren. Diese Folge der Concurrenz macht sich aber gewöhnlich erst langsam geltend. Zunächst vergröfsern deshalb die billigen Frachten nur den Gewinn des Producenten oder des Händlers. Dieser Gewinn steigert alsbald auf dem Gebiete der Production und des Handels die Concurrenz, vertheuert dadurch sehr bald die Arbeitslöhne und alle zur Production erforderlichen Materialien, und vermindert damit dauernd die Concurrenzfähigkeit der Producenten, sobald die vermehrte Production anfängt, die Preise zu drücken, oder sobald etwa hinsichtlich der Frachten ein der Natur der Sache mehr entsprechendes Verhältnifs hergestellt wird. Die willkürliche Begünstigung hat hier, wie überall, auf die Dauer eine Schwächung der Kräfte der Begünstigten zur Folge.

Zu Gunsten einer gewissen Stabilität der Tarife wird häufig geltend gemacht, dafs es für den Geschäftsmann nützlich, ja nothwendig sei, die Kosten seiner Transporte längere Zeit vorher bestimmt calculiren zu können. Diese Möglichkeit ist allerdings für Geschäftsleute sehr werthvoll, und wird ihr gewifs auch fernerhin durch Festsetzung einer angemessenen Publicationsfrist bei Tarif-Erhöhungen Rechnung zu tragen sein. Freilich bringt dies ebenfalls eine Beschränkung der Concurrenz mit sich. Allein so schnell pflegen die Conjuncturen sich nicht zu ändern, dafs von Einhaltung mäfsiger Fristen erhebliche Nachtheile zu befürchten wären.

Wird nun aber der Vorbehalt der Genehmigung von Tarif-Erhöhungen durch die Staatsregierung vielfach ebenfalls damit vertheidigt, dafs dadurch die den Calculationen der Geschäftsleute günstige Stabilität der Tarife noch mehr gesichert werde, und mufs zugegeben werden, dafs diese Stabilität anderweite Nachtheile mit sich bringt, so scheint es um so nothwendiger, den hervorgehobenen Vortheil nicht höher zu schätzen, als er es wirklich verdient.

Eine vollkommen sichere Berechnung über den Erfolg geschäftlicher Unternehmungen ist überhaupt fast niemals möglich, da dieser Erfolg naturgemäfs von dem jeweiligen Preise einer Menge von Dingen und Leistungen abhängt, und sich nur in vereinzelten Fällen die Möglichkeit bietet, diesen Preis zu stabilisiren, oder sich gegen Preisschwankungen für längere Zeit zu decken. Unzweifelhaft wäre es für den Kaufmann von enormer Wichtigkeit, wenn er stets lange vorher

Digitized by Google

wissen könnte, wie theuer ihm sein Credit werden wird, und für den Fabrikanten, wenn er sicher sein könnte, seine Kohlen immer für einen bestimmten Preis zu beziehen. Aber Niemand möchte auch nur daran denken, deswegen einem öffentlichen Institute, wie der Königlichen Bank, eine Fixirung des Discontosatzes, oder der Königlichen Bergverwaltung eine dauernde Normirung ihrer Kohlenpreise zur Pflicht zu machen, weil Jedermann einsieht, dafs solche Maafsregeln dem unverrückbaren wirthschaftlichen Gesetze der Preisbestimmung durch Angebot und Nachfrage gegenüber gar nicht durchführbar sein, und ein Versuch der Durchführung allen Theilen nur unberechenbaren Nachtheil eintragen würde. Und wenn man auch nur bei dem Transportwesen stehen bleibt, so ist wohl noch niemals in Vorschlag gekommen, die Frachten für den Schiffsverkehr, obwohl derselbe noch sehr viel beträchtlicher und wichtiger als der Eisenbahnverkehr ist, fest normiren zu wollen.

Wenn nun in Berücksichtigung aller angeführten Gründe anerkannt wird, dafs es zweckmäfsig ist, Tarif-Erhöhungen weniger, als dies jetzt der Fall ist, zu erschweren, dann wird in Frage kommen, ob dies am besten durch Aenderung der Verwaltungspraxis, oder durch Aenderung des ganzen Systems im Wege der Gesetzgebung geschieht.

Von einer blofsen Aenderung der Verwaltungspraxis läfst sich eine gründliche Abhilfe der zu Tage tretenden Uebelstände schwerlich erwarten. Denn das blofse Bestehen der Vorschrift, dafs Tarif-Erhöhungen einer staatlichen Genehmigung bedürfen, ganz abgesehen von der Art der Handhabung, ist schon geeignet, die Entschliefsung der Eisenbahnverwaltungen sowohl zu Tarif-Erhöhungen, als namentlich auch zu Tarif-Ermäfsigungen zu erschweren, und befördert daher die Stabilität der Tarife. Auch wird stets das zum Zweck der Erlangung einer Tarif-Erhöhung einzuhaltende Verfahren ein so zeitraubendes sein, dafs dadurch eine wirkliche Anpassung der jeweiligen Tarife an die Conjuncturen erschwert wird, zumal der Vorbehalt einer höheren Genehmigung nur dann einen Sinn hat, wenn höheren Ortes auch in jedem Falle das Bedürfnifs sorgfältig geprüft wird. Diese Prüfung hält nicht nur die Entscheidung auf, sondern ist auch materiell von zweifelhaftem Werthe, weil die Behörde nur selten in der Lage sein wird, die Sachlage aus eigener Anschauung beurtheilen zu können, und mithin ihre Entscheidung häufig von der besseren oder schlechteren Führung des Nachweises des Bedürfnisses abhängen wird. Geht man nun von der Voraussetzung aus, dafs von der Richtigkeit der Entscheidung nur das Wohl der Eisenbahnen abhängig ist, dann wird nichts dagegen zu sagen sein, wenn ein vielleicht gut zu motivirender, aber faktisch schlecht motivirter Antrag auf Tarif-Erhöhung abgelehnt wird. Wenn es aber zutreffend ist, dafs bei einer richtigen Tarifstellung auch das Publikum interessirt ist, dann wird die mangelhafte Motivirung eines zeitgemäfsen Antrages keinen genügenden Grund für dessen Ablehnung abgeben, und übernimmt mithin die Behörde durch ihre Entscheidung eine Verantwortlichkeit, welcher sie kaum gewachsen ist.

Dazu kommt, dafs, wenn die Staatsregierung über Tarif-Erhöhungen zu entscheiden hat, von allen Interessenten versucht wird, einen Einfluss auf dieselbe auszuüben, und dieser Einfluss unter Umständen ihre Thätigkeit lähmen kann. Wie die Entscheidung aber auch ausfallen möge, so zieht sie der Regierung jedenfalls die Kritik und den Tadel aller derjenigen zu, welche dieselbe nicht für richtig, oder ihren Interessen für schädlich halten.

Am allermeisten steht indefs einer die Tarif-Erhöhungen erleichternden Verwaltungspraxis, wie ich glaube, der Art. 45 der Reichsverfassung entgegen, der in seiner jetzigen Fassung den Reichsbehörden wenig wirkliche Befugnisse giebt, dagegen gerade durch seine unbestimmten, mehr theoretischen Vorschriften immerhin geeignet ist, Zweifel zu erregen, und eine freie Entschliefsung der Landesregierungen bei Handhabung der Concessionsbedingungen, welche nur ihnen und nicht dem Reiche zusteht, zu behindern.

Es scheint hiernach die anderweite Regelung durch ein Reichsgesetz der einzige zweckmäfsige Weg zu sein, und zwar in dem Sinne, dafs die Normirung der Tarife im wesentlichen den Bahnverwaltungen zu überlassen ist.

Alsdann fragt sich nur noch, ob andere Cautelen gegen Mifsbrauch der Tarif-Freiheit für nöthig erachtet werden.

In dem Entwurfe eines Gesetzes über das Eisenbahnwesen, welcher von dem Vereine der Privatbahnen im Deutschen Reiche bearbeitet, und kürzlich in der Eisenbahn-Zeitung veröffentlicht ist, sind solche Cautelen hinsichtlich der Höhe der Tarife gar nicht für erforderlich erachtet. Die Motive geben auf diesen Punkt nicht näher ein. Im Allgemeinen hege ich in dieser Hinsicht zwar auch keine grofsen Besorgnisse, bin im Gegentheil überzeugt, dafs eine Belebung der Concurrenz für die Dauer nur wohlfeilere Tarife zur Folge haben wird. Indefs ist allerdings die Möglichkeit einer maafslosen und vielleicht unverständigen Ausnutzung vorübergehender Verhältnisse nicht ausgeschlossen, und dürfte eine gesetzliche Garantie hiergegen, sofern nur der Concurrenz ein hinlänglicher Spielraum bleibt, kaum als schädlich zu erachten sein. Es darf hierbei nicht aufser Acht gelassen werden, dafs beim Publikum die Besorgnifs vor amerikanischen Zuständen, welche gewifs nicht mit Unrecht als abschreckendes Beispiel gegen die absolute Tarif-Freiheit anzuführen sind, besteht, und dafs deshalb eine anderweite Regelung der Tarif-Frage ohne derartige Garantien viele Widersacher finden würde, welche sonst im Allgemeinen für eine Belebung der Concurrenz günstig gestimmt sind.

Nach meiner Ueberzeugung bietet das bereits in dem bestehenden Preufsischen Eisenbahngesetz grundsätzlich angenommene und in England und Frankreich praktisch bewährte System der Feststellung eines Maximal-Tarifes die geeignetste Abhilfe.

Allerdings scheint die im Eisenbahngesetze vorgesehene Art der Festsetzung eines solchen Maximal-Tarifes jetzt völlig unanwendbar, schon weil damit das in der Reichsverfassung betonte Princip einer möglichsten Gleichmäfsigkeit der Tarife gar nicht vereinbar wäre. Im übrigen sind alle die Gründe, welche gegen die Festsetzung der Tarife nach den Selbstkosten sprechen, auch zutreffend gegen die Berechnung des Maximal-Tarifes nach den Selbstkosten.

Den heutigen Verhältnissen würde daher nur die Einführung eines allgemein giltigen Maximal-Tarifes, wie er in England besteht, entsprechen. Die Befugnifs zur Festsetzung eines solchen würde gesetzlich an die Reichsregierung oder an die Landesregierungen ertheilt werden müssen, die Festsetzung selbst aber möchte der Verwaltungsbehörde, vielleicht dem Reichs-Eisenbahnamte, zu überlassen sein, damit eine

Digitized by Google

erhebliche Aenderung in dem Werthe des Geldes nicht jedesmal eine Aenderung des Gesetzes nöthig macht. Zugleich würden, um das Gesetz wirksam zu machen, alle entgegenstehenden Concessionsbedingungen und statutarischen Festsetzungen gesetzlich für aufgehoben erklärt werden müssen.

Bei dem Erlafs eines solchen Maximal-Tarifes würde die Regierung zugleich in der Lage sein, eine einfache Klassification nach einem von ihr als angemessen erachteten System, welche vielleicht unter Mitwirkung oder doch nach Anhörung der Bahnverwaltungen festgestellt werden könnte, zur allgemeinen Geltung zu bringen, ohne dafs dabei diese Klassification eine absolute Vorschrift und ein Hindernifs für zweckmäfsige Ausnahmen würde.

Denn für alle Bahnen würde es bequem sein, sich im Allgemeinen der Klassification des Maximal-Tarifes möglichst anzuschliefsen, und Ausnahmen, welche natürlich stets durch den Rahmen des Maximal-Tarifes begrenzt wären, würden daher gewifs nur in Fällen wirklichen Bedürfnisses vorkommen.

Die Art der anzunehmenden Klassification, und die etwa festzustellenden Grundsätze über das zwischen den Tarifsätzen einzuhaltende Verhältnifs, betreffen das Tarif-System, und nicht die Preisstellung selbst, und liegen deshalb aufserhalb der Aufgabe, die ich mir für heute gesteckt hatte.

Herr Jordan referirte sodann aus den statistischen Nachrichten von den preufsischen Eisenbahnen für das Jahr 1872 über die baulichen Anlagen und die Betriebsmittel der Bahnen.

Am Schlusse des genannten Jahres waren 13632 Kilometer (1810 Meilen) im Betriebe; hiervon sind 29 % Staatsbahnen, 16 % Privatbahnen unter Staatsverwaltung und 55 % Privatbahnen unter eigener Verwaltung.

Die Bau- und Ausrüstungskosten belaufen sich für 1624 Meilen Bahn auf rund 927½ Millionen Thaler oder 571000 Thlr. pro Meile; es entfallen von diesem Anlagecapital

a. 29 % (592000 Thlr. pro Meile) auf die Staatsbahnen,
b. 21 % (691000 Thlr. pro Meile) auf die Privatbahnen unter Staatsverwaltung, und
c. 50 % (523000 Thlr. pro Meile) auf die Privatbahnen unter eigener Verwaltung,

welche Bahnen ad a, b, c resp. zu 80, 61 und 68 % ihrer Gesammtlänge mit doppelgeleisigem Bahnkörper versehen sind.

Die Gesammtlänge der Geleise im Verhältnifs zum durchgehenden Geleise beträgt resp. 88 %, 83 % und 65 %. An Betriebsmitteln waren pro Meile der ad a, b und c gedachten Bahnen vorhanden: resp. $3_{,01}$ — $3_{,76}$ — $2_{,26}$ Locomotiven und 108 — 184 — 111 Achsen Lastwagen, für deren Beschaffung, einschliefslich der Personenwagen, resp. 93000 Thlr., 132000 Thlr. und 94500 Thlr. pro Meile verausgabt sind.

Im Ganzen waren auf den, Ende 1872 im Betriebe stehenden Bahnen vorhanden: 4335 Locomotiven, 6794 Personenwagen mit 320333 Plätzen und 100984 Lastwagen, d. i. pro Meile: $2_{,56}$ Stück Locomotiven, 4 Personenwagen mit 188 Plätzen und $59_{,6}$ Lastwagen.

Der gröfste und kleinste Bestand von Wagen und Locomotiven pro Meile Bahn findet sich

a. in den Sitzplätzen der Personenwagen bei der Taunusbahn = 713 Stück, bei der Schleswigschen Bahn = 60 Stück,

b. an Güterwagen bei der Cöln-Mindener Bahn = 365 Achsen, bei der Hamburger Bahn = 20 Achsen,

c. an Locomotiven bei Cöln-Minden mit 6 Stück, bei Tilsit-Insterburg mit $0_{,17}$ Stück.

In den Anlagekosten pro Meile Bahnlänge (welche, wie oben bemerkt, im Durchschnitt 571000 Thlr. betragen) zeigen sich als die billigsten Bahnen: Cottbus-Grofsenhain mit 154900 Thlr., Neifse-Brieg mit 216300 Thlr., Glückstadt-Elmshorn mit 230540 Thlr., die Crefeld-Kreis-Kempen- und Industriebahn mit 252470 Thlr., die Schleswigsche Bahn mit 283000 Thlr., die Niederschlesische Zweigbahn mit 299344 Thlr., Stargard-Posen mit 309768 Thlr. etc.; in der Nähe des Durchschnitts befinden sich: die Westfälische Bahn mit 546992 Thlr., die Taunusbahn mit 554855 Thlr., Magdeburg-Leipzig mit 555854 Thlr., die Thüringische Bahn mit 560230 Thlr., die Schlesische Gebirgsbahn mit 560950 Thlr., Berlin-Stettin mit 567159 Thr.

Die gröfsten Anlagekosten treten auf: bei Frankfurt-Hanau mit 1118878 Thlr., bei der Rhein-Nahe-Bahn mit 1014990 Thlr., bei der Bergisch-Märkischen Bahn mit 973065 Thlr., bei der Saarbrücker-Bahn mit 906145 Thlr.

Wie sich diese Kosten nach den einzelnen Ausgabetiteln zusammensetzen, ist aus den statistischen Nachrichten nicht zu ersehen, da nicht für sämmtliche Titel die bezüglichen Geldbeträge ausgeworfen sind.

Von letzteren sind hinsichtlich der theuersten Bahnen als Ausgabeposten pro Meile zu erwähnen: Frankfurt-Hanau: Betriebs-Material = 150640 Thlr. ($13_{,6}$ % des Anlage-Capitals); Erdarbeiten = 88531 Thlr. (8 %); grofse Brücken = 31662 Thlr. (3 %). — Rhein-Nahe-Bahn: Erdarbeiten = 253200 Thlr. (25 %); grofse Brücken und Viaducte = 116053 Thlr. (11½ %); Tunnels = 97170 Thlr. (9⅓ %); Betriebs-Material = 90369 Thlr. ($8_{,9}$ %). — Bergisch-Märkische Bahn: Betriebsmaterial = 199540 Thlr. ($20_{,4}$ %), Erdarbeiten = 128767 Thlr. (13 %); grofse Brücken und Viaducte = 39543 Thlr. (4 %); Tunnels = 14209 Thlr. (1½ %). — Saarbrücker Bahn: Betriebsmaterial = 244970 Thlr. (27 %); Erdarbeiten 151182 Thlr. (17 %); Tunnels = 32553 Thlr. ($3_{,6}$ %); grofse Brücken und Viaducte = 34391 Thlr. ($3_{,7}$ %). — Hingegen bei billigeren Bahnen, als: Preufsische Ostbahn: Erdarbeiten = 39000 Thlr. ($7_{,5}$ %); grofse Brücken und Viaducte = 47580 Thlr. ($9_{,2}$ %); Betriebsmaterial = 70168 Thlr. ($13_{,6}$ %). — Stargardt-Posen: Erdarbeiten = 25000 Thlr. (7 %); grofse Brücken = 14760 Thlr. ($4_{,3}$ %); Betriebsmaterial = 63818 Thlr. ($20_{,6}$ %).

An Bahnhöfen und Haltestellen sind 1676 Stück vorhanden mit 293 Hektar (1148 Morgen) von Gebäuden besetzter Grundfläche; von letzterer entfallen auf die Empfangsgebäude nebst den bedeckten Personenhallen $25_{,5}$ %, die Güterschuppen $21_{,5}$ %, Werkstattsgebäude 15 %, Locomotivschuppen $13_{,5}$ %, Verwaltungsgebäude mit den Büreau-, Wohn- und Postlokalen 8 %, sonstige Gebäude $16_{,5}$ %. Die Stückzahl aller auf den Bahnhöfen vorhandenen Gebäude beträgt 62354.

Die Gesammtlänge aller Geleise beläuft sich auf 23033948 m (3058 Meilen), wovon 57 % auf das durchgehende Geleis, 22 % auf das zweite Geleis und 21 % auf die Nebengeleise und Ausweichungen entfallen. Das Schienengestänge besteht zu 94 % der Geleislänge aus breitbasigen Schienen auf hölzernen Querschwellen, zu 4½ % aus Stuhlschienen und zu

Digitized by Google

$1^1/_2$ % aus eisernem Oberbau, sowie aus Schienen auf Einzelunterlagen.

Das Gewicht der breitbasigen Schiene variirt zwischen 71 und 75 Pfd. pro laufenden Meter; $83,_5$ % der letzteren bestehen ganz aus Eisen, $7,_8$ % ganz aus Stahl und $8,_7$ % sind mit stählernem Kopf versehen. In dem eisernen Oberbau ist das eintheilige System (Hartwich) auf 162 Kilometer ($21,_5$ Meilen), das 2theilige System (Hilf) auf 54 Kilometer (7 Meilen) zur Verwendung gelangt. Ueber das 3theilige System fehlen die bezüglichen Angaben.

Eiserner Oberbau auf Querschwellen ist im Ganzen zur Länge von 88 Kilometer ($11,_8$ Meilen) verlegt worden.

Von den hölzernen Bahnschwellen, deren rund 24 Millionen Stück vorhanden, bestehen $63,_9$ % aus Eichen-, $34,_1$ % aus Kiefern- und $2,_3$ % aus Buchenholz. $48^1/_2$ % des Gesammtquantums sind imprägnirt. Letzteres besteht zu 59 % aus eichenen, zu 39 % aus kiefernen und zu 2 % aus buchenen Schwellen; von den nicht imprägnirten Schwellen sind 69 % eichene, 30 % kieferne und 1 % buchene.

Nur eichene Schwellen (nicht imprägnirt) haben die Hannover-Altenbekener, Cöslin-Stolp-Danziger, die Hamburger und die Frankfurt-Hanauer Bahn.

Imprägnirte kieferne Schwellen sind ausschliefslich auf der Berlin-Hamburger und der Lübeck-Büchener Bahn und zu hohem Procentsatz auf der Magdeburg-Halberstädter, Magdeburg-Leipziger und der Berlin-Potsdam-Magdeburger Bahn verlegt worden.

Nicht imprägnirte kieferne Schwellen sind ausschliefslich zur Verwendung gelangt: bei der Ostpreufsischen Südbahn, der Tilsit-Insterburger, der Cottbus-Grofsenhainer und der Crefeld-Kreis Kempener Industriebahn, zu hohem Procentsatz (99 bis 96 %) auf der Märkisch-Posener, Berlin-Lehrter, Rechte Oder-Ufer-Bahn, Berlin-Görlitzer, Berlin-Anhalter und Breslau-Warschauer Bahn.

Für die Unterhaltung des Oberbaues sind an Schienen und Schwellen resp. $5,_9$ % und $5,_8$ % des Gesammtbestandes verwendet; die Unterhaltungskosten (an Material und Arbeit excl. Weichen) betrugen 5675 Thlr. pro Meile oder 1 % des gesammten Anlagecapitals. 67 % dieser Unterhaltungskosten entfallen auf die Beschaffung des Materials an Schienen, Kleineisenzeug, Schwellen und Bettungsmaterial, 33 % auf das Arbeitslohn.

Die gesammte Bahnunterhaltung hat pro Meile 8800 Thlr. oder $1^1/_2$ % des Gesammt-Anlagecapitals gekostet. Hiervon sind der Unterbau (einschliefslich der Brücken, Tunnel, Einfriedigungen, Bahnwärterhäuser, Signale etc.) mit $0,_2$ %, der Oberbau mit 1 %, die Bahnhofsanlagen (excl. Oberbau) mit $0,_2$ % betheiligt.

Am Schlusse der Sitzung wurden in üblicher Abstimmung als einheimische ordentliche Mitglieder in den Verein aufgenommen die Herren: Betriebs-Director Bessert-Nettelbeck, Geheimer Regierungsrath Körte und Eisenbahn-Director Göring.

Literatur.

L. Henz. Practische Anleitung zum Erdbau. Dritte Auflage, nach dem Tode des Verfassers umgearbeitet und vermehrt von W. Streckert, K. Regierungsrath im Reichseisenbahnamte. — Verlag von Ernst & Korn. Berlin 1874.

Seit dem Erscheinen der ersten Auflage des Henz'schen Werkes sind fast zwei Jahrzehnte verflossen, welche für das Gesammtgebiet der Technik, besonders aber für die Entwickelung des Eisenbahnwesens, von höchster Bedeutung geworden sind. — Die Länge der deutschen Eisenbahnen ist in diesem Zeitraume auf mehr als das Dreifache gewachsen. — Die Anforderungen, welche theils in Folge der ausgedehnten Bauthätigkeit, theils und mehr noch in Folge der Erhöhung des Arbeitswerthes an die Technik gestellt wurden, haben zu neuen Erfindungen, zu neuen Arbeitsmethoden geführt. Ueberall ist man bemüht gewesen, durch mechanische Einrichtungen, durch ausgedehnte Anwendung von Maschinen die Zahl der Arbeiter zu vermindern, und hat selbstredend den gröfsten Erfolg auf solchen Gebieten erzielt, auf welchen, wie beim Erdbau, bedeutende Leistungen ohne besondere Geschicklichkeit des Einzelnen, auf Grundlage einer zweckmäfsig geregelten Disposition zu verrichten sind.

Leider ist es dem Verfasser des hier besprochenen Werkes nicht vergönnt gewesen, in einer neuen Bearbeitung auch den veränderten Verhältnissen Rechnung zu tragen. Dankbar ist es daher anzuerkennen, dafs Männer, denen ausgedehnte Erfahrungen im Eisenbahnbau zur Seite stehen, in Würdigung des hohen Werthes des Henz'schen Werkes sich dieser Arbeit unterzogen haben. So ist die zweite Bearbeitung durch Herrn Plefsner im Jahre 1870 entstanden und die dritte jetzt vorliegende durch Herrn Streckert.

Wir finden in dem Werke des verstorbenen Henz die Erfahrungen eines Technikers niedergelegt, der, wie wenige andere, zu der Ausführung grofsartiger Bauten berufen gewesen ist, dessen häufige Reisen im In- und Auslande ihm Gelegenheit geboten haben, die bautechnischen Schöpfungen und Einrichtungen seiner Zeit kennen zu lernen und der mit seltener Beobachtungsgabe, mit treffender Kritik das Nützliche zu erkennen verstanden hat.

Sein Lehrbuch zeichnet sich eben so sehr durch die Reichhaltigkeit des Stoffes, wie durch die übersichtliche Anordnung und durch die in gleichem Maafse nur wenigen Werken unserer technischen Literatur eigene klare und fesselnde Darstellungsweise aus.

In dem Jahrgange 1870 dieser Zeitschrift ist der Inhalt der zweiten Auflage des Henz'schen Werkes in der Plefsner'schen Bearbeitung ausführlich besprochen, und würden wir von dem dort Gesagten Vieles wiederholen müssen, wenn wir näher auf die einzelnen Capitel eingehen wollten. Wir beschränken uns darauf, Folgendes hervorzuheben.

Das Werk zerfällt in 3 Abschnitte, von denen die ersten beiden das specifisch Technische des Erdbaues, die Vorarbeiten und die Ausführung behandeln, während der dritte die administrativen Dispositionen umfafst. Beginnend mit den Bodenuntersuchungen, bespricht der Verfasser zunächst die Principien, welche bei Feststellung des Projectes zu befolgen sind, die Methoden zur Ermittelung der Massen, die Massen-

Digitized by Google

Dispositionen, die Preise der Erdarbeiten und die Aufstellung des Kostenanschlages. Sodann, in dem 2ten Abschnitte zu der Ausführung der Erdarbeiten übergehend, behandelt derselbe in eingehender Weise die Bildung der Auf- und Abträge, giebt eine systematische Darstellung der verschiedenen Ursachen der Erdrutschungen, der Mittel, ihrer Entstehung vorzubeugen, und der Maafsregeln, diesen Erscheinungen, wo sie vorgekommen sind, Abhilfe zu schaffen; letzteres unter Hinweis auf eine Reihe trefflicher Beispiele. Hieran schliefsen sich die Abhandlungen über die Wahl der Transportsysteme, über Nebenarbeiten und über die Disposition der Bodenbewegung.

In dem dritten, die administrativen Anordnungen umfassenden Theile bietet das Werk eine vollständige Instruction für das bei Vergebung der Arbeiten einzuschlagende Verfahren, bespricht die Vorzüge und Nachtheile der verschiedenen Systeme der Ausführung, des Regie- und Entrepriseb aues, die Gesichtspunkte, welche bei der Wahl des Systems in den betreffenden Fällen leitend sein müssen, und giebt in den letzten beiden Capiteln eine Uebersicht über die vorzugsweise im nördlichen Deutschland übliche Organisation des Baupersonals, der Buch- und Rechnungsführung und der Arbeiterverhältnisse.

Erhalten die ersten beiden Abschnitte ihren hohen Werth dadurch, dafs in ihnen die vielseitigen Erfahrungen des Verfassers die Grundlagen für die Anleitung und die Rathschläge bei Bauausführungen bilden, so wird der dritte Abschnitt jedem mit der Leitung gröfserer Arbeiten betrauten Techniker deshalb willkommen sein, weil es nicht nur die für die geschäftliche Behandlung wichtigen Punkte bespricht, sondern auch eine Reihe von Normen für Vertragsbedingungen, Submissionen, Contractabschlüsse, Buchführung, Abrechnungen, Arbeiterordnungen etc. und manche Schemata enthält, die, wenn auch nicht immer direct verwendbar, doch sehr nützliche Vorlagen bilden.

Die Aenderung, welche das Henz'sche Werk in seiner dritten uns vorliegenden Auflage erfahren hat, besteht zuerst und allgemein in der Einführung des Metermaafses, ferner in der Besprechung der in neuerer Zeit aufgekommenen Methoden bei Aufstellung des Projectes und bei Ausführung der Arbeiten, in der Hinzufügung mancher neuen Tabellen und Schemata und in vielfachen mehr oder weniger umfangreichen, durch die Erfahrungen der Neuzeit nothwendig gewordenen Umarbeitungen des Urtextes.

Im ersten Abschnitte ist das Capitel „Massen-Ermittelungen" durch Aufnahme von Tabellen zur Berechnung der Erdmassen, Böschungsflächen, Breiten etc. bereichert. Hier hätten wir gewünscht, dafs in den Tabellen gleich die für die Praxis erforderliche Abrundung der Zahlenwerthe vorgenommen wäre, weil es dem jüngeren Techniker dazu meist an der richtigen Kritik fehlt und durch ihn nur zu oft Anhängsel von Bruchtheilen in die Massenberechnungen und Kostenanschläge eingeführt werden, die zu dem Grade von Genauigkeit, mit welchem die den Berechnungen zu Grunde liegenden Aufnahmen ausgeführt werden können, nicht im Einklange stehen, deshalb die Rechnung unnöthig erschweren und die Uebersicht stören.

Dem Capitel „Massendisposition" ist eine kurze Charakteristik des graphischen Massen-Nivellements beigefügt.

Die Preisermittelungen haben, den jetzigen Arbeits- und Geldverhältnissen entsprechend, mehrfache Aenderungen erfahren.

Dem Capitel „Bildung der Auf- und Abträge" ist eine Besprechung des englischen Einschnittsbetriebes und eine Anzahl von neueren Beispielen interessanter Erdrutschungen, u. a. der in gröfserem Umfange auf der Bebra-Hanauer Bahn vorgekommenen, hinzugefügt. Die Bodentransporte auf provisorischen Eisenbahnen und die dabei angewendeten Förderungsmittel, Gewinnungs- und Schüttungsmethoden sind, wie es deren jetzige Bedeutung für den Erdbau verlangt, eingehender behandelt als von Henz.

Der 3te Abschnitt ist mit geringen Ausnahmen in der ursprünglichen Form belassen. Der Atlas ist um 2 Tafeln vermehrt und, wie auch der Text, in gediegenster Weise ausgestattet.

Gehörte das Originalwerk zu den werthvollsten Erscheinungen unserer technischen Literatur, so zweifeln wir nicht, dafs auch die neue Auflage desselben, deren Bearbeiter mit bestem Erfolge bemüht gewesen ist, das Veraltete zu beseitigen, das wissenswerthe Neue aufzunehmen und so ein den Anforderungen der Jetztzeit entsprechendes Lehrbuch zu schaffen, eine warme Anerkennung finden wird. G. M.

Deutsche Renaissance.

Von dem in der bekannten Verlagsbuchhandlung E. A. Seemann in Leipzig erscheinenden, mit vielem Beifall aufgenommenen grofsen Sammelwerke „Deutsche Renaissance", welches Director A. Ortwein, früher in Nürnberg, jetzt in Graz, begonnen und als Redacteur noch immer leitet, sind bis jetzt, also in $3\frac{1}{2}$ Jahren, 37 Hefte à zehn Blatt Folio erschienen. An der Fortsetzung desselben wird in den verschiedensten Orten fleifsig gearbeitet. Dieses Werk soll bekanntlich eine möglichst vollständige Sammlung von anspruchslosen, aber guten Abbildungen aller werthvollen Gegenstände der Architektur und des Kunstgewerbes im Styl der Deutschen Renaissance, also aus dem sechszehnten und siebenzehnten Jahrhundert, so weit solche im Original oder in guten Abbildungen erhalten sind, bringen. Wegen der grofsen Masse des vorhandenen Materials, das bis jetzt noch Niemand zu übersehen im Stande ist, und da das Werk vor Allem den Bedürfnissen des praktischen Architekten dienen soll, wurde auf eine systematische Anordnung verzichtet, es vielmehr in eine Anzahl gröfsere und kleinere Abtheilungen, je die Denkmäler einer Stadt oder einer Landschaft umfassend, zerlegt. Von solchen Abtheilungen sind bis jetzt vier, nämlich Rothenburg a. d. Tauber von Graefe mit 4, Luzern mit 3, Schlofs Bevern mit 2 Heften und Höxter mit einem Hefte vollendet. Von der Abtheilung Nürnberg, die ohne Zweifel zu den werthvollsten gehört und mit am besten ausgeführt ist, sind leider nur erst 6 Hefte erschienen. Wie es mit der Fortsetzung derselben — denn Material dafür ist noch in grofser Fülle vorhanden — steht, ist, da der Autor derselben, A. Ortwein, nach Graz übergesiedelt ist, noch nicht festgestellt. Von den übrigen Abtheilungen sind Augsburg mit 4, Mainz mit 2, München, Dresden, Zürich, Heidelberg u. A. mit je einem Hefte, andere Orte wie Cöln, Stuttgart, Danzig, Frankfurt etc. aber noch gar nicht vertreten. R. B.

Halle, Buchdruckerei des Waisenhauses.

Digitized by Google

Amtliche Bekanntmachungen.

Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 7. August 1874, betreffend die Ermächtigung für die Regierungen etc., bei Entreprise-Bauten den Local-Baubeamten die Anweisung von Abschlagszahlungen zu übertragen.

Nach der Bestimmung in Nummer 5 des Circular-Erlasses vom 30. November 1826, das Verfahren bei Justification der Kosten für Entreprise-Bauten und das Verfahren bei Zahlung der Baugelder betreffend, sollen Zwischenzahlungen nur auf Grund und unter Zufertigung des Zeugnisses des Baubeamten, dafs der Bau bis zu dem bestimmten Punkte vorgerückt sei, von der Regierung angewiesen werden dürfen. Da es dringend wünschenswerth erscheint, dafs die Bauunternehmer so schleunig als möglich wegen ihrer Forderungen befriedigt werden, so will ich, zugleich im Interesse der thunlichsten Geschäftserleichterung der Local-Baubeamten, für mein Ressort eine Modification dieser Bestimmung eintreten lassen und die Königliche Regierung hierdurch ermächtigen, die Anweisung von Abschlagszahlungen in den Fällen, in denen dies nach Ihrem pflichtmäfsigen Ermessen und nach der in jedem einzelnen Falle besonders vorzunehmenden Prüfung der in Betracht kommenden Verhältnisse und Persönlichkeiten unbedenklich erscheint, den Local-Baubeamten zu übertragen.

Zur Wahrung der Sicherheit der fiscalischen Kassen bestimme ich dabei ausdrücklich, dafs in allen solchen Fällen die Anweisung der in ausreichender Höhe zu normirenden Schlufszahlung der Regierung vorbehalten bleibt, und die von den Baubeamten der ihnen eventuell ertheilten Ermächtigung gemäfs direct anzuweisenden Zwischenzahlungen nicht den vollen Werth der ausgeführten Arbeiten repräsentiren dürfen, vielmehr ein Mehrwerth der letzteren im Betrage von mindestens 10 % unberichtigt bleiben mufs.

Gleichzeitig ordne ich an, dafs die Regierung in einem jeden Falle, in welchem Sie den Baubeamten die Anweisung von Zwischenzahlungen überlafst, Ihrer Hauptkasse eine General-Ordre, bis zu welchem Gesammtbetrage sie den Anweisungen der Baubeamten Folge zu leisten hat, ertheile und den letzteren aufgebe, von den auf ihre Anweisung erfolgten Abschlagszahlungen Ihr jedes Mal mit diesen gleichzeitig oder doch unmittelbar nachher unter Ueberreichung einer die Höhe der Abschlagszahlungen rechtfertigenden Berechnung Anzeige zu machen.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
gez. Dr. Achenbach.

An
die sämmtlichen Königlichen Regierungen und Landdrosteien, sowie an die Ministerial-Bau-Commission hierselbst.

Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 27. August 1874, betreffend die Abwickelung der in der Ausführung begriffenen, nach Thalerwährung aufgestellten Bauanschläge.

Auf den Bericht vom 4. d. M., die Einführung der Reichsmark-Rechnung betreffend, eröffne ich der Königlichen Regierung, dafs das durch die Circular-Verfügung des Herrn Finanzministers vom 18. v. M. vorgeschriebene Verfahren im Ressort der Handels-, Gewerbe- und Bauverwaltung gleichfalls zu beachten ist. Die in der Ausführung begriffenen und im laufenden Jahre nicht zu erledigenden, in der Thalerwährung aufgestellten Anschläge werden in dieser Währung abgewickelt werden können; die Beträge aber, welche vom Rendanten vom Anfange des nächsten Jahres ab gebucht werden sollen, sind auf den bezüglichen Rechnungen und Belägen auch in Reichsmarkwährung zu verzeichnen. In letzterer Währung wird auch die Vortragung jedes einzelnen Titels des Etats der Verwaltung für Handel etc. pro 1875/6 in den Kassen- und Rechnungsbüchern zu geschehen haben.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

An
die Königliche Regierung zu Düsseldorf

Abschrift zur Kenntnifsnahme und weiteren Veranlassung.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
gez. Dr. Achenbach.

An
sämmtliche übrigen Königlichen Regierungen und die Königlichen Landdrosteien, und an die Königliche Ministerial-Bau-Commission.

Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 8. September 1874, betreffend die Befugnifs der Baubeamten, bei Bauausführungen, deren Werth unter dem Betrage von 100 Thlr. bleibt, selbstständig das beschränkte Submissionsverfahren oder die Verdingung aus freier Hand in Stelle des öffentlichen Submissionsverfahrens treten zu lassen.

Nach unserer Circular-Verfügung vom 10. November v. J. bildet die Anwendung des öffentlichen Submissions- und Licitationsverfahrens bei fiscalischen Bauausführungen zwar nach wie vor die Regel; falls jedoch Gründe vorliegen, von demselben abzusehen, soll es dazu der Genehmigung der Regierung (Landdrostei) und, falls die Genehmigung ertheilt wird, einer Anzeige darüber bei uns nur dann bedürfen, wenn der Werth der baulichen Ausführung den Betrag von 50 Thalern übersteigt.

Nachdem durch meine, des Ministers für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten, im Einverständnisse mit sämmtlichen betheiligten Herren Ressortchefs erlassene Verfügung vom 16. Mai d. J. die Grenze für das Erfordernifs der Veranschlagung, Revision und Abnahme bei fiscalischen Bauten, soweit dieselben nicht zum Ressort der Militair- oder der Domainen- und Forstverwaltung gehören, auf 100 Thaler hinaufgerückt worden ist, haben wir auf denselben Betrag die Grenze hinaufzurücken beschlossen, innerhalb deren die Baubeamten nach Befinden des Falles selbstständig das beschränkte Submissionsfahren, oder die Ver-

Digitized by Google

dingung aus freier Hand an die Stelle des öffentlichen Submissions- und Licitationsverfahrens treten zu lassen befugt sind. Bei Bauausführungen, deren Werth unter dem Betrage von 100 Thalern bleibt, bedarf es daher, soweit dieselben zu unserem Ressort gehören, künftighin der Einholung der Genehmigung der Königlichen Regierung zur Umgehung des öffentlichen Submissions- etc. Verfahrens nicht mehr und dementsprechend auch keiner uns zu erstattenden Anzeige. Dabei muſs jedoch auch fürderhin strenge an dem Grundsatze festgehalten werden, daſs ein beschränktes Submissionsverfahren oder die Verdingung aus freier Hand nur dann eintreten darf, wenn davon ein besserer Erfolg mit Bestimmtheit erwartet werden kann.

Wir haben von dieser unserer Anordnung den übrigen Herren Ressortchefs mit dem Anheimstellen Kenntniſs gegeben, nach Befinden für ihre Ressorts gleichartige Anordnungen zu treffen.

Der Finanzminister.
gez. Camphausen.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
gez. Dr. Achenbach.

An
die sämmtlichen Königlichen Regierungen und Landdrosteien, die Königliche Ministerial-Bau-Commission und das Königliche Polizei-Präsidium hier.

Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

(Ende October 1874.)

Des Kaisers und Königs Majestät haben zu Regierungs- und Bauräthen ernannt:

Den Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Mechelen zu Aachen,
den Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Hinüber zu Cassel,
den Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Beckmann zu Hannover,
den Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Lehwald zu Frankfurt a/M.,
und den Bauinspector Geisler zu Trier;

ferner den Charakter als Geheimer Regierungsrath verliehen:

dem Regierungs- und Baurath Pohlmann zu Breslau,

und den Charakter als Baurath:

dem Bauinspector von Rosainski zu Perleberg,
dem Bauinspector Blew zu Angermünde,
dem Kreis-Baumeister Hefs zu Gardelegen,
dem Weg-Bauinspector Röse zu Diepholz,
und dem Bauinspector Steffen zu Hannover.

Dem p. Geisler ist eine Regierungs- und Baurath-Stelle in Arnsberg verliehen.

Beförderungen und Uebertragungen besonderer Functionen.

Der Ober-Betriebsinspector, Baurath Grillo zu Königsberg,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Baedeker zu Bromberg,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Rintelen zu Berlin
sind zu Mitgliedern der K. Direction der Ostbahn ernannt und mit den Functionen des technischen Mitglieds der an ihren Wohnorten befindlichen Eisenbahn-Commission der Ostbahn betraut worden;

der Ober-Betriebsinspector Steegmann zu Posen ist zum Mitgliede der K. Direction der Oberschlesischen Eisenbahn ernannt und mit den Functionen eines technischen Mitglieds der Eisenbahn-Commission zu Posen betraut worden.

Der Eisenbahn-Bauinspector Rasch zu Essen ist zum Mitgliede der K. Direction der Oberschlesischen Eisenbahn ernannt. Demselben sind zugleich die technischen Geschäfte bei der Eisenbahn-Commisson zu Glogau übertragen.

Der Kreis-Baumeister Haupt zu Oels ist zum Bauinspector in Brieg,
der Land-Baumeister Bruns in Düsseldorf zum Bauinspector in Trier,
der Eisenbahn-Baumeister Roth in Gleiwitz unter Verleihung der Betriebs-Inspector-Stelle der Oberschlesischen Eisenbahn in Lissa zum Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector,
der Kreis-Baumeister Kischke in Czarnikau zum Bauinspector daselbst,
und der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Nahrath in Harburg zum technischen Mitgliede der Eisenbahn-Commission daselbst und zugleich zum Mitgliede der K. Eisenbahn-Direction in Hannover ernannt.

Dem Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Schulze in Berlin ist die Stelle eines Vorstehers des betriebs-technischen Büreaus der K. Direction der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn verliehen worden.

Der Eisenbahn-Baumeister Leuchtenberg in Bremen ist zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector daselbst ernannt.

Erste Anstellungen, Ernennungen.

Zu Kreis-Baumeistern sind ernannt:

die Baumeister Spinn in Weilburg,
Rubarth in Biedenkopf,
Müller in Kosten,
Thurmann in Templin,
Sydow in Schubin,
Becherer in Rybnik,
Bruns (L. W. Aug.) in Paderborn,
Haschke in Grätz (Reg.-Bezirk Posen, Kreis Buk),
Volkmann in Obornik,
Souchon in Oels,
Demnitz in Gr. Strehlitz (Reg. Bez. Oppeln),
von Hülst in Pasewalk,
Jahn in Homberg,
Haupt in Greifenberg i/Pommern,
und Linker in Pr. Stargardt.

Der vormals Landgräfl. hessische Bau-Assistent Holler ist zum Kreis-Baumeister in Homburg v. d. H. ernannt,
desgleichen der Baumeister Francke zum Eisenbahn-Baumeister bei der Main-Weser-Bahn mit dem Wohnsitze zu Friedberg,
desgl. der Baumeister Loycke zum Eisenbahn-Baumeister bei der Frankfurt-Bebraer Eisenbahn mit dem Wohnsitze zu Eschwege,
der Baumeister Momm zum Land-Baumeister in Cöslin,
der Baumeister Plathner in Bromberg zum Eisenbahn-Baumeister bei der Ostbahn,

Digitized by Google

desgl. der Baumeister Beil daselbst,
der Baumeister Schreinert in Hannover zum Eisenbahn-Baumeister bei der Hannoverschen Staatsbahn,
und der Baumeister Piossek zu Rybnik zum Eisenbahn-Baumeister bei der Oberschlesischen Eisenbahn.
Der Stadt-Baudirector Dr. Krieg zu Lübeck ist zum Bauinspector in Potsdam ernannt.

Versetzt sind:

der Bauinspector Thomae von Homburg v. d. H. nach Neuenahr; demselben ist gestattet, in Remagen seinen Wohnsitz zu nehmen,
der Bauinspector Cramer von Hachenburg nach Langenschwalbach,
der Kreis-Baumeister Berner von Frankenberg nach Kirchhain,
und der Eisenbahn-Ober-Betriebsinspector Reitemeier als Hilfsarbeiter bei der K. Direction der Ostbahn von Hannover nach Bromberg.

In den Ruhestand sind getreten, resp. werden treten:

der Baurath Blankenhorn in Brieg,
der Baurath Köbke in Bialosliwe (Reg. Bez. Bromberg),
der Geheime Regierungs- und Baurath Krafft zu Aachen,
der Kreis-Baumeister Lange in Gladbach,
der Baurath von Rosainski in Perleberg,
der Kreis-Baumeister Rock in Homberg,
der beurlaubte Bauinspector Siepmann, zuletzt in Kiel.

Aus dem Staatsdienste sind geschieden:

der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Büttner in Berlin,
und der Eisenbahn-Baumeister Kratz in Aachen.

Gestorben sind:

der Land-Baumeister Göbbels in Constantinopel,
und der Bauinspector Geiseler in Brandenburg a/H.

Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

Original-Beiträge.

Strafsenbrücke über den Douro bei Regoa in Portugal.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 65 und 66 im Atlas.)

Die Erbauung einer eisernen Strafsenbrücke über den Douro im Norden Portugals, welche den Strom in einer Entfernung von etwa 18 Meilen von der Mündung, nahe bei dem Städtchen Regoa überschreitet und den Uebergang bildet für die an das Spanische Strafsennetz anschliefsende Hauptverkehrsstrafse der nördlichen Provinzen, wurde im Anfange des Jahres 1869 seitens der Portugiesischen Regierung öffentlich ausgeschrieben und von der Brückenbau-Anstalt Joh. Caspar Harkort in Westfalen übernommen. Die Bauausführung, welche im Sommer 1869 unter Leitung des Ingenieurs W. Liebe begonnen hatte, wurde nach dem frühen Tode desselben von dem Unterzeichneten fortgeführt und im Herbst 1872 vollendet. Am 1. December 1872 wurde die Brücke dem Verkehre übergeben.

Die Schwierigkeiten, welche bei dem Bau zu überwinden waren, und denen auch die lange Dauer der Bauzeit zuzuschreiben ist, wurden einentheils hervorgerufen durch die ungünstige klimatische Beschaffenheit des nördlichen Portugals und die damit zusammenhängenden abnormen Hochwasserverhältnisse des Douro; andererseits waren es die mangelhaften Hilfsquellen des Landes in Hinsicht auf Material und Arbeitskräfte, welche, aufser grofsen Kosten, vielfachen Zeitverlust und Störungen verursachten.

Das einzige Material, welches das Land reichlich und in guter Beschaffenheit liefert, sind Bausteine, vor Allem Granit, und es ist auch den auf dies Material angewiesenen Handwerkszweigen, Steinhauern und Maurern, eine höhere Stufe der Ausbildung nicht abzusprechen. Alle übrigen Materialien, selbst der gröfste Theil des Rüstholzes, sämmtliche zum Bau erforderlichen Maschinen und Geräthschaften, sowie die Hauptarbeitskräfte, Eisenarbeiter und Zimmerleute, mufsten aus Deutschland oder wenigstens aus dem Auslande beschafft werden, und war man während des Baues lediglich auf diese Hilfsquellen angewiesen. Es mufste unter diesen Umständen bei allen zur Verwendung kommenden Vorrichtungen auf mögliche Einfachheit hingearbeitet werden, welche den Aufwand an Material und Arbeitskraft bei der Herstellung und Handhabung auf ein geringes Maafs beschränkte und zeitraubende Reparaturen und Störungen ausschlofs.

In Nachstehendem sollen, nach einigen allgemeinen Notizen über den Bau, die bei der Fundirung und Aufmauerung der Pfeiler verwandten einfachen Rüstungen, welche den Verhältnissen angepafst, auf der Baustelle selbst entstanden, sowie die zum Aufstellen der Eisenconstruction dienenden beweglichen Gerüste*), welche fertig verzimmert von Deutschland gesandt wurden, in Kürze beschrieben werden.

Das Flufsprofil an der Baustelle (Blatt 65, Fig. 1) zeigt fast überall zu Tage liegenden Felsboden, harten Kalksteinfels; das linke Ufer steigt sehr steil bis zur Strafsenhöhe an, während das rechte sanfter ansteigt und in seinem oberen Theile mit einer beträchtlichen Erdschicht bedeckt ist. Die Brücke hat 6 Oeffnungen, vier von je $48{,}_{40}$ m, eine von $79{,}_{20}$ m und eine von $17{,}_{60}$ m Stützweite. Das ursprüngliche, von Harkort vorgelegte und zur Ausführung genehmigte Project bestand aus 6 gleichen Oeffnungen von je $48{,}_{40}$ m Stützweite; dasselbe mufste aber noch während des Baues geän-

*) Die Construction des eisernen Ueberbaues und des Montirungsgerüstes rührt her von Herrn O. Oppergeld, technischem Director der Brückenbau-Anstalt Harkort (jetzt Actiengesellschaft für Eisenindustrie und Brückenbau) in Duisburg.

Digitized by Google

dert werden, da sich der Fundirung des mitten im Strome zu errichtenden Pfeilers Schwierigkeiten entgegenstellten. Das Flufsbett hat, wie die Fig. 1 andeutet, an dieser Stelle eine bis 6 m tiefe Einsenkung, die durch angeschwemmte, fest miteinander verkittete Steine ausgefüllt ist. Diese Anschwemmung war bei der Oberflächlichkeit der stattgehabten Untersuchungen von den dortigen Technikern für Felsgrund gehalten, und als solcher in den der Ausschreibung zu Grunde gelegten Vorlagen verzeichnet, ein Irrthum, der erst entdeckt wurde, als die anderen Pfeiler schon im Bau begriffen waren. Man entschlofs sich, statt eine zeitraubende und unter dortigen Verhältnissen sehr kostspielige Fundirung zu unternehmen, den Pfeiler um circa 30 m nach dem linken Ufer zu versetzen, wo ein Fundiren desselben fast im Trockenen stattfinden konnte. Eine Ueberbrückung der ganzen Spannweite von 100 m mit einem Träger schien deshalb nicht thunlich, weil für einen solchen die Dimensionen des schon in den Fundamenten fertigen Pfeilers 4 nicht ausreichend gewesen wären.

Die Eisenconstruction, deren Anordnung aus den Figuren 13 und 14 auf Blatt 65 ersichtlich ist, besteht aus leichten Trägern nach dem Schwedler'schen Systeme. In den $4{,}_{40}$ m von einander entfernten Knotenpunkten sind leichte Querträger angeordnet, welche in der Mitte einen doppelt T-förmigen Langträger tragen. Auf diesem Langträger einerseits, auf der zu dem Zwecke verstärkten unteren Gurtung der Hauptträger andererseits ruhen die $0{,}_{25}$ m hohen, $0{,}_{16}$ m starken eichenen Balken der Fahrbahn, welche in der Mitte einen doppelten Belag von $0{,}_{06}$ m starken eichenen Bohlen tragen, während an den Seiten zur Bildung der Fufswege kurze, $0{,}_{21}$ m hohe Hölzer aufgeschraubt sind. Der Belag der Fufswege, $0{,}_{05}$ m stark, wird durch zwei längs der Gurtungen laufende Saumschwellen begrenzt. Die Breite der Fahrbahn beträgt $4{,}_{40}$ m, die der Fufswege je $0{,}_{80}$ m. Von den Auflagern der Brücke sind immer je 2 bewegliche und 2 feste zusammen auf einem Pfeiler angeordnet, wodurch das Bestreben der Träger, bei Temperaturänderungen einen Seitenschub auf die sehr schlanken Pfeiler auszuüben, ganz oder zum grofsen Theil vermieden wird. Das Gewicht der Eisenconstruction beträgt bei den Trägern von $48{,}_{40}$ m Stützweite 1260 k pro laufenden Meter, bei dem grofsen Träger 2400 k pro laufenden Meter.

Für die Höhenlage der Brücke war der höchste bis jetzt verzeichnete Wasserstand des Douro maafsgebend, d. i. das Hochwasser vom December 1860 (Fig. 1), welches die Höhe von $22{,}_{0}$ m über dem gewöhnlichen Niederwasser, und zwar in dem Zeitraum von kaum 60 Stunden, erreichte. Die Unterkante der Träger wurde, um den Bau für solche Fälle gegen antreibende Baumstämme u. dergl. zu sichern, $4{,}_{0}$ m über diesen Wasserspiegel, d. h. auf die Ordinate $+ 26{,}_{0}$, vom Niederwasser gerechnet, gelegt. — Das Hochwasserprofil von 1860 beträgt 6020 □m, so dafs, bei Annahme einer Geschwindigkeit von 4 m pro Secunde, die in Wirklichkeit noch überschritten werden dürfte, die pro Secunde mitgeführte Wassermenge sich auf rot. 780000 kbm beläuft, während bei Niederwasser der Flufs kaum 18000 kbm mithringt. Dies ungewöhnliche und schnell eintretende Anschwellen des Flusses hängt mit den klimatischen Verhältnissen des Landes zusammen. Die grofsen Schneemassen, die sich jährlich beim Beginn des Winters in der Altkastilianischen Hochebene, in welcher der Douro entspringt, ablagern, schmelzen bei eintretendem Witterungsumschwunge, der sich in jenen Ländern schnell vollzieht und häufig von heftigen Wolkenbrüchen begleitet ist, in wenigen Stunden, und werden gleichzeitig durch viele Gebirgsbäche dem zwischen Felsen eingeengten Bette des Douro zugeführt. Noch verstärkt durch den auf dem ganzen Flufslauf niederströmenden Regen, richten diese Hochwässer, die am heftigsten in den Monaten December und Januar auftreten, fast alljährlich grofse Verwüstungen an. Von Ende October bis Ende April wechseln stetig gröfsere und kleinere Hochwässer mit einander, so dafs als Bauzeit für Arbeiten im Flusse nur die Monate Mai bis incl. October zu rechnen sind; und auch während dieser Zeit mufs man immer auf kleinere, die Höhe von 2 — 3 m erreichende Fluthwellen gefafst sein, welche, durch Wolkenbrüche veranlafst, eben so schnell verschwinden, wie sie kommen, aber wegen ihrer Heftigkeit und der durch die unregelmäfsige Bodengestaltung hervorgerufenen Wirbelbildungen für Baustellen am Flusse sehr gefährlich sind. Das gröfste während der Bauzeit der Brücke auftretende Hochwasser fand statt im December 1870 (Fig. 1), wo der Flufs in 28 Stunden um $11{,}_{20}$ m stieg.

Diese Verhältnisse beeinträchtigen selbstverständlich in hohem Grade die Schifffahrt auf dem Douro, welcher bis in die neueste Zeit, wo mit dem Bau einer Uferbahn von Porto nach Regoa begonnen wird, der einzige Transportweg zwischen dem Innern des Landes und der Seeküste ist. Die Schifffahrt ist auf einzelne Jahreszeiten beschränkt und wegen der in regelmäfsigen Zwischenräumen auftretenden Stromschnellen, welche durch grofse, in den Flufs hineinragende Felsen gebildet werden, stets mit Gefahr verbunden. Eine Beseitigung der Stromschnellen durch Sprengen der Felsen ist bei der grofsen Masse der letzteren nicht ausführbar; ebenso sind alle Versuche, auf einzelnen Strecken Dampf- oder Ketten-Schifffahrt einzuführen, gescheitert.

Die Pfeiler der Brücke, welche aus dem in unmittelbarer Nähe der Baustelle am Ufer gewonnenen sehr harten Kalksteine ausgeführt und an ihrer ganzen Oberfläche mit Granitquadern bekleidet sind, haben im Verhältnifs zu ihrer bedeutenden Höhe, die z. B. bei dem Pfeiler 4 von der Basis bis Oberkante $28{,}_{0}$ m beträgt, sehr geringe Stärke erhalten. Sie beginnen unten mit einer Dicke von $4{,}_{50}$ m, setzen zweimal um $0{,}_{30}$ m ab, haben in ihrem oberen Theile einen Anzug von 4 : 100, und endigen mit einer Stärke von nur $2{,}_{50}$ m. Die runden Häupter (Bl. 65, Fig. 2) schliefsen in der Höhe von $+ 22{,}_{0}$ m mit einem um den ganzen Pfeiler fortgesetzten Gesimse und einer Deckschicht ab; der obere Theil des Pfeilers hat rechteckigen Querschnitt. — Ueber die Stabilität konnte, trotz der schlanken Gestalt, kein Bedenken entstehen, da das verwandte Material ein sehr widerstandsfähiges, sowie die Ausführung eine sehr sorgfältige ist, und der natürliche Felsgrund ein durchaus festes Fundament abgiebt.

Was die Gründung der Pfeiler betrifft, so brauchte dieselbe, nach der eingetretenen Projectänderung, nur bei einem, dem mit 4 bezeichneten, im Wasser ausgeführt zu werden. Bei den übrigen Pfeilern, sowie bei den Landpfeilern wurde nur die obere Lage des Felsens, welche sehr zerklüftet und zum Theil verwittert war, durch Sprengung entfernt, und die unterste Schicht, ganz aus Granitquadern bestehend und in

reinem Portlandcement versetzt, direct auf dem glatt bearbeiteten Felsboden aufgemauert. Nur bei dem Pfeiler 3 mufste wegen des gröfseren Wasserzudranges durch die Risse des Felsens eine Betonlage eingebracht werden.

Die Fundirung des Strompfeilers 4 ist auf Blatt 66 durch die Figuren 1 bis 6 erläutert. Das Flufsbett ist an der betreffenden Stelle sehr abschüssig, der Felsen sehr unregelmäfsig gezackt, dabei von grofser Härte. Die Wassertiefe an der Landseite des Pfeilers betrug bei Niederwasser nur etwa $1,_{0}$ m, an der anderen Seite $2,_{50}$ m; die Arbeiten mufsten aber schon bei höherem Wasserstande begonnen werden. Die Abschliefsung der Baugrube ist durch einen geschlossenen hölzernen Fangedamm bewirkt worden, dessen Construction durch die Figuren 1 bis 4 in Ansicht, Grundrifs und Querschnitt dargestellt ist. Das Gerippe desselben wurde gebildet durch zwei $2,_{00}$ m von einander entfernte Stielreihen, welche, entsprechend der Tiefe, zwei- resp. dreimal durch Doppelzangen gefafst waren. Der Zwischenraum zwischen den letzteren war zur Aufnahme der $0,_{09}$ m starken, den Abschlufs bildenden Bohlwände bestimmt. — Die beiden concentrischen Wandungen des Fangedammes waren in sich, sowie unter einander durch Diagonalverstrebung und Querverbände versteift, und waren alle Constructionsglieder so angeordnet, dafs die später zwischen die Wände einzubringende Betonbettung durch keines derselben unterbrochen wurde.

Das ganze, also gebildete Gerippe, dessen Stiele vorläufig alle gleiche Länge erhalten hatten, wurde auf einem aus Fässern gebildeten Flosse (Fig. 1) aufgestellt und mit demselben an Ort und Stelle gefahren. Die genaue Festlegung im Flusse machte besondere Vorkehrungen nöthig, da der Felsboden einen Ankergrund nicht gewährte. Nur durch Versenkung grofser, durch kurze Ketten verbundener Granitblöcke, sowie durch zwei oberhalb der Brücke quer über den Flufs gelegte starke Ketten konnten die erforderlichen festen Punkte in nothdürftiger Weise gewonnen werden.

Zur Versenkung des Fangedammes ins Wasser dienten die in Fig. 1 und 5 in der Ansicht und in Fig. 2 im Grundrifs dargestellten Rüstungen. Dieselben bestanden aus vier hölzernen Fachwerkträgern von $18,_{0}$ m Stützweite, von denen je zwei, fest mit einander verbunden, vermittelst $8,_{0}$ m hoher Stützböcke von je zwei Schiffen getragen wurden. — Beiläufig sei hier die durch die Skizze in Fig. 6 verdeutlichte, einfache Art und Weise erwähnt, wie diese Träger aufgestellt wurden. Auf zwei durch eine Balkenlage verbundenen Schiffen, welche (vgl. Fig. 3) gleichzeitig zur Aufnahme von Dampfmaschine, Pumpen etc. dienten, war vermittelst einer einfachen Rüstung eine mit Bretterdielung versehene Plattform hergestellt, auf welcher zwei zusammengehörige Träger liegend zusammengesetzt, aufgerichtet, und mit einander verbunden wurden. Die Höhe war so bemessen, dafs die Träger etwa $0,_{20}$ m tiefer, als später auf den Schiffen, standen, die Breite der Plattform derart, dafs jene um etwa 3 m nach jeder Seite über dieselbe hinausragten. Die Schiffe mit den Stützböcken wurden nun, mit Wasser gefüllt, genau unter die Enden der Träger gefahren, und hoben, ausgeschöpft, dieselben selbst von der Unterrüstung ab. Die nämliche Vorrichtung wurde selbstverständlich später in umgekehrter Weise zum Abrüsten der Träger benutzt.

Wie die Fig. 2 zeigt, wurden die Schiffe zu den Seiten des Flosses aufgestellt und paarweise durch Holzverstrebungen fest verbunden. Genau über den äufseren Wänden des Fangedammes ruhten in hölzernen Lagern je zwei $0,_{30}$ m starke Wellen aus Eichenholz, an welchen die vier Ecken des ersteren mit Ketten aufgehängt wurden. Auf die Mitte der Wellen waren hölzerne Räder von $3,_{0}$ m Durchmesser aufgeschoben und festgekeilt, von deren Umfang Seile nach einer in der Mitte aufgestellten Winde führten, und durch welche die erforderliche Uebersetzung hergestellt wurde, so dafs an jeder Winde zwei Arbeiter genügten, um den ganzen Fangedamm zu heben, resp. niederzulassen.

Der letztere wurde nun soweit angehoben, dafs er frei schwebte, und nach sorgfältiger Peilung wurden sämmtliche Stiele entsprechend der Bodenformation abgeschnitten, so dafs nach dem Niedersenken das ganze Gerippe sich dem Felsgrunde möglichst genau anschliefsen mufste. Nachdem noch die an die Stiele anschliefsenden Bohlen beider Wände, welche wegen der durchgehenden Zangenhölzer einer besonderen Zurichtung bedurften, eingesetzt waren, wurde der Fangedamm nach Entfernung des Flosses langsam ins Wasser versenkt und entsprechend dem Eintauchen mit Steinen beschwert. Die Wände, welche zum besseren Anschlufs an den Boden aus schmalen Bohlen zusammengesetzt waren, wurden mit Hämmern bis fest auf den Felsen eingeschlagen, die letzte Bohle in jedem Fache, welcher eine Verjüngung nach unten gegeben war, mit der Handramme nachgetrieben. Hinter der stromabwärts gerichteten Wand wurden zur Sicherung des Ganzen Steine angeschüttet und nach Reinigung des Bodens mit Harken und Handbaggern mit Einbringung einer $0,_{75}$ m hohen Lage von stark hydraulischem Beton vorgegangen. Der übrige Raum zwischen den Wänden wurde bis zur Mittelwasserhöhe (Fig. 4) mit Lehm ausgestampft. Die Mischung des Betons geschah in einer mit Dampf getriebenen Mühle, bestehend aus zwei Kasten, durch welche eine rings mit Messern versehene rotirende Achse lief (Fig. 3). Diese Betonmühle, sowie die zum Trockenlegen der Baugrube dienenden zwei Centrifugalpumpen und die beiden gemeinschaftliche Locomobile stand auf den schon erwähnten Schiffen, welche nebenbei Lagerplätze für Betonsteine, Mörtel und Kohlen enthielten.

Das Auspumpen, welches acht Tage nach Vollendung der Betonbettung begann, hatte nicht das gewünschte Resultat; es gelang nur, den höher gelegenen, dem Ufer zugekehrten Theil der Baugrube trocken zu legen. Der Beton hatte zwar, wie sich zeigte, sehr dicht an den Boden angeschlossen, auch waren einzelne undichte Stellen in den Bohlwänden leicht zu beseitigen, aber das Wasser communicirte unter dem Fangedamme durch die Risse des Felsens, und diese Zuflufsadern, die meistens mit Sand und kleinen Steinen verschlemmt und schwer aufzufinden waren, konnten zum gröfsten Theile nicht verstopft werden. Nur bei wenigen zu Tage liegenden Rissen gelang ein Stopfen dadurch, dafs Leinwandsäcke, mit reinem Cement gefüllt, nachdem sie kurze Zeit in Wasser getaucht waren, mit Gewalt auf die betreffende Stelle gedrückt und mit Steinen belastet wurden. Ein Theil des Cements wurde ausgewaschen, der Rest, der rasch erhärtete, dichtete in der Regel vollkommen.*)

*) Wie mir Herr Baumeister Böckmann in Berlin mittheilt, hat derselbe bei Herstellung von Betonfundamenten auf einem ähnlich beschaffenen Untergrunde häufig dadurch einen guten Erfolg erzielt, dafs er vermittelst Pumpen einen höheren Wasserstand in der Baugrube herstellte. Durch den Ueberdruck des Wassers wurde ein Theil

Digitized by Google

Es wurde unter diesen Umständen der Pfeiler, welcher sich stufenweise auf den abfallenden Felsboden aufsetzte, nach Wegsprengung der gröfsten Unebenheiten, vorläufig an der Landseite bis über Niederwasser aufgeführt. Für die Herstellung der andern Seite, deren Trockenlegung um so schwieriger geworden war, als durch die wenn auch vorsichtig und mit kleinen Schüssen innerhalb des Fangedammes ausgeführte Sprengung der Anschlufs desselben an den Felsen nicht unerheblich gelockert war, wurde es nöthig, die Baugrube in kleinere Abtheilungen zu zerlegen. Dies geschah vermittelst dünner, zwischen Brettern eingeschlossener Betonwände, die sich einerseits an den Fangedamm, andererseits an das fertige Pfeilermauerwerk anschlossen. Das Trockenlegen der einzelnen Abschnitte wurde unter Zuhilfenahme von Handpumpen bewirkt, und auf diese Weise das Fundament stückweise hergestellt. Der Umstand, dafs man bei diesem Theile auf eine Sprengung verzichten und das sehr harte Gestein ganz von Hand bearbeiten mufste, machte die Arbeit sehr langwierig, zumal auch den Betonwänden stets die nöthige Zeit zum Erhärten gelassen werden mufste. Die Herstellung der untersten Schichten des Pfeilers hat unter theilweiser Benutzung der Nächte drei Wochen gedauert.

Im Allgemeinen haben sich die getroffenen Anordnungen, die verhältnifsmäfsig geringe Herstellungskosten verursachten und zu keinerlei störenden Zwischenfällen Veranlassung gaben, als brauchbar erwiesen. Das Gerippe und die Bohlen des Fangedammes konnten später leicht und unversehrt wieder entfernt werden.

Für die Aufmauerung der Pfeiler wurde des theueren Materials und der grofsen Höhe wegen von festen Rüstungen, wie sie anfangs projectirt waren, Abstand genommen, und wurden, nachdem der untere Theil der Pfeiler mittelst hölzerner Zweifüfse bis zu einer Höhe von 10 bis 11 m aufgeführt war, die auf Blatt 66, Fig. 7 bis 10 in Ansicht und Grundrifs dargestellten fliegenden Rüstungen angewandt. Dieselben unterscheiden sich von den früher besonders in Frankreich gebräuchlichen fliegenden Gerüsten dadurch, dafs sie nicht wie jene bei jeder Versetzung auseinandergenommen und wieder aufgestellt zu werden brauchen, sondern zusammenhängend gehoben werden.

Den Hauptbestandtheil der auf der Pfeilermitte stehenden Rüstung bilden zwei nach entgegengesetzten Seiten gerichtete feste Ausleger. Dieselben, aus zwei schrägen Streben bestehend und $1{,}_{70}$ m nach jeder Seite ausladend, sind an ihrer Spitze durch ein Holz mit einander verbunden, an ihren Fufspunkten mit zwei horizontalen, beiderseitig über den Pfeiler hinausragenden Balken verbolzt, und ruhen nebst diesen, vermittelst vier kleiner in der Nähe der Pfeilerkanten liegender Stützen aus hartem Holze, auf dem Mauerwerke auf. Die ganze Rüstung ist, wie aus der Zeichnung ersichtlich, durch Längs- und Querverband in ausreichender Weise versteift. An den Spitzen der Ausleger sind Kettenrollen befestigt, an welchen vermittelst zweier am Fufse des Pfeilers aufgestellter, fest im Felsen verankerter Winden das Material aufgewunden wird; auf der einen Seite die Werksteine, auf der anderen Bruchsteine und Mörtel. Das aufgewundene Material wird von einem kleinen Transportwagen, der auf den beiden schon erwähnten, mit einem Geleise versehenen Horizontalbalken fährt, aufgenommen und auf den Pfeiler transportirt. Bei einseitiger Belastung wird die Rüstung durch zwei fest angezogene Ketten, welche an den Spitzen der Ausleger angreifen und nach zwei weiteren unten aufgestellten Winden führen, im Gleichgewicht gehalten.

Diese letzteren Ketten dienten zugleich zum Fortbewegen des Gerüstes und zwar auf folgende Weise. War eine Mauerschicht bis auf den etwa $2{,}_{8}$ bis $3{,}_{0}$ m breiten Raum, den die Rüstung selbst einnahm (Fig. 9), vollendet, und das zur Ausfüllung der Lücke erforderliche Material auf den Pfeiler geschafft, so zog man die eine der Ketten an, während die andere entsprechend nachgelassen wurde. Die Rüstung nahm dann, indem sie sich um die zwei an einer Pfeilerkante liegenden Stützen drehte, die in Fig. 8 dargestellte schräge Stellung an, welche es ermöglichte, auf der anderen Seite die fehlenden Werksteine und einen Theil der Füllung zu versetzen. Wurde dann das Spiel der Ketten umgedreht, so stellte sich die Rüstung nach der anderen Seite schräge, wobei die jetzt in Wirksamkeit tretenden Stützen auf dem eben versetzten Mauerwerke, also um eine Pfeilerschicht höher, zu stehen kamen. Nach Versetzung der noch fehlenden Steine auf der nun zugänglichen Seite wurde das Gerüst wieder in seine horizontale Stellung niedergelassen und der Aufbau der nächsten Schicht auf die gleiche Weise vorgenommen.

Die ganze Rüstung, deren Bewegung keinen Zeitaufwand erforderte, ist von zwei Zimmerleuten in drei Tagen verzimmert und auf dem Pfeiler aufgestellt worden, und haben sich beim Gebrauche derselben trotz des oft auftretenden heftigen Windes und des zuweilen grofsen Gewichtes der aufzuwindenden Steine keinerlei Unzuträglichkeiten ergeben. Bemerkt sei noch, dafs in solchen Fällen, wo der Raum unten am Pfeiler beschränkt ist, die zur Bewegung des Gerüstes dienenden Winden dadurch gespart werden können, dafs man die Sache umkehrt, und die Bewegung von oben ausführt. Die festen Punkte für die Ketten müssen dann unten am Pfeiler selbst durch Einmauerung von Ringen oder dergleichen geschaffen werden, während die Windevorrichtung, nur aus einer Trommel mit Vorgelege bestehend, auf den äufseren Enden der unteren horizontalen Balken der Rüstung angebracht ist.

Der Zugang auf die Pfeiler wurde durch einen etagenförmigen Aufbau von angelehnten Leitern vermittelt, dessen Anordnung aus den Figuren 7, 9 und 10 auf Blatt 66 zu ersehen ist. Jede Leiter trug an ihrem oberen Ende eine Plattform, welche durch zwei schräge, der Leiter gleichzeitig zur Aussteifung dienende Streben gegen das Mauerwerk abgestützt und ebenso in horizontaler Richtung verstrebt war. Die Plattform war bis auf die zum Durchsteigen freibleibende Oeffnung mit Bohlenbelag versehen und diente der nächstfolgenden Leiter als Stützpunkt.

Bei den ganz oder theilweise im Wasser liegenden Pfeilern 4 und 5, deren unterer Theil ebenfalls mit Zweifüfsen, von Schiffen aus, aufgeführt war, schien die Anwendung der oben beschriebenen Rüstungen nicht rathsam, da die Aufstellung der Winden auf Schiffen bei einem unvor-

---

des im Beton enthaltenen Cementschlammes mit Gewalt in die Spalten des Bodens eingetrieben und bewirkte vollkommene Dichtung. In ähnlicher Weise würde vielleicht in vorliegendem Falle das Einbringen einer dünnen Lage reinen Cements und gleichzeitiges Vollpumpen der Baugrube einen grofsen Theil der Zuflufsadern verstopft haben, zumal reiner Cement bei seiner feinen Zertheilung selbst in die engsten Spalten des Felsbodens einzudringen im Stande ist.

hergesehenen Anschwellen des Flusses leicht zu Störungen hätte Anlafs geben können. An Stelle derselben trat das in seiner Art ebenfalls einfache, auf Blatt 66, Fig. 11, 12 und 13 in Seitenansichten und Oberansicht der untern Etage dargestellte Gerüst, welches, da es durch den Pfeiler selbst gedeckt wurde, einer Beschädigung bei wachsendem Wasser nicht ausgesetzt war.

Die Rüstung, die sich an der schmalen, stromabwärts gerichteten Pfeilerseite befindet, setzt sich, entsprechend dem Wachsen des Pfeilers, aus mehreren Stockwerken zusammen. Das unterste, $5_{,6}$ m hohe Stockwerk, welches aus 4 unter einander verstrebten Stielen gebildet wird und oben eine über den Pfeiler hineinragende Bühne mit fahrbarer Winde trägt, steht auf einer 2 m breiten, 3 m ausladenden consolartigen Unterrüstung. Die letztere stützt sich auf den untersten Absatz des Mauerwerks und wird durch einen den ganzen Pfeiler umschliefsenden Holzrahmen (Fig. 11 und 12) gehalten. Sämmtliche zu Schiff ankommende Materialien werden auf einer unten am Pfeiler befindlichen schwimmenden Bühne abgeladen und von dort vermittelst der fahrbaren Winde auf den Pfeiler transportirt. Zur Erleichterung des Ausladens ist auf der Unterrüstung noch eine feste Winde (Fig. 12 u. 13) aufgestellt.

War der Pfeiler aufgemauert, so weit es die Rüstung gestattete, so wurde die Fahrbahn nebst Winde abgenommen und ein dem ersten ähnliches zweites Stockwerk aufgesetzt. Zur Vollendung des Pfeilers wurde noch ein drittes nöthig, welches sich von den unteren nur dadurch unterschied, dafs es wegen des Aufhörens der Pfeilerhäupter hineinrücken mufste und zum Theil auf dem Hinterhaupte aufstand. Entsprechend dem Aufbau wurden die nahe am Pfeiler befindlichen Stiele der unteren Stockwerke durch eingemauerte Anker versichert. Da das Aufbringen eines neuen Stockwerkes in einem Tage ausgeführt wurde und die Maurer sich für diese Zeit hinreichend mit Material versehen konnten, so fand eine Unterbrechung der Arbeit nicht statt. Der einzige Uebelstand war der, dafs alle Materialien an der schmalen Seite des Pfeilers angebracht wurden, wodurch oft eine Anhäufung und eine Erschwerung in der Bewegung eintrat. Bei dem Pfeiler 5, wo das höhere Terrain auf der einen Seite die Aufstellung einer gleichen Rüstung an der langen Pfeilerseite gestattete, fiel dieser Uebelstand fort.

Sowohl mit diesen, wie mit den zuerst beschriebenen Rüstungen wurden durchschnittlich zwei Schichten, also $1_{,0}$ bis $1_{,2}$ laufde. Meter Pfeiler in der Woche vollendet, wobei zu berücksichtigen ist, dafs bei der geringen Breite der Pfeiler die Zahl der Arbeiter eine sehr beschränkte war. — Beim Versetzen und Ausfugen der Werksteine diente den Maurern als Rüstung ein um den Pfeiler gelegter Bohlenkranz, der auf kleinen, in die Fugen eingelassenen Rundeisen ruhte.

Bis zur gewöhnlichen Hochwasserlinie, also ungefähr bis zur halben Höhe, wurden die Pfeiler ganz mit hydraulischem, sogen. verlängertem Cementmörtel aufgeführt, bei weiterer Höhe wurden nur noch die Werksteine mit solchem versetzt. Die anfängliche Absicht, statt des Portland-Cementes die in Portugal sehr gebräuchliche, von den Azorischen Inseln kommende braune Puzzolan-Erde zu verwenden, deren Kosten um zwei Drittheile geringer sind, wurde aufgegeben, da sich bei den vielfach und sorgfältig mit derselben angestellten Versuchen, entgegen der dort verbreiteten Ansicht, nur sehr geringe hydraulische Eigenschaften herausstellten. Die Werksteine sind nicht vergossen, sondern in fettem Mörtelbett versetzt und mit grofsen Holzhämmern festgeschlagen, auch ist jede Schicht sorgfältig abgeglichen und abgearbeitet. Trotz der grofsen Höhe hat sich bei keinem Pfeiler eine mefsbare Senkung gezeigt; auch die Stellung derselben war, obgleich die Aufmauerung ganz ohne Schnurgerüste vorgenommen war, eine sehr genaue. Die gröfste Abweichung der Oberfläche von der richtigen Lage betrug bei einem Pfeiler $0_{,02}$ m, in der Brückenaxe gemessen. Erwähnt sei noch, dafs das Verhältnifs zwischen Werksteinbekleidung und Bruchsteinfüllung bei allen Pfeilern fast genau 2 : 3 betrug. Der Mörtelverbrauch stellte sich, verglichen mit dem Mauerwerke, bei Quadersteinen auf 1 : 24, bei Bruchsteinmauerwerk im Mittel auf 1 : 4. —

Die Aufstellung der Eisenconstruction, der interessanteste und zugleich schwierigste Theil des Baues, wurde, da bei der grofsen Höhe und dem unebenen Felsboden die Herstellung fester Unterrüstungen grofse Kosten verursacht haben würde, mit beweglichen Holzrüstungen ausgeführt, welche, ähnlich wie es in neuerer Zeit mit den Brückenträgern selbst geschieht, freischwebend von Pfeiler zu Pfeiler übergeschoben wurden und, bei einem Landpfeiler beginnend, das Aufstellen der Brücken in regelmäfsiger Aufeinanderfolge gestatteten. Die ganze Anordnung dieser Rüstungen, die wohl in solchen Dimensionen bisher noch nicht oder sehr selten zur Anwendung gekommen sind, ist auf Blatt 65, Fig. 3, 4 u. 5 dargestellt; einige Details geben die Figuren 6 bis 11. Die $9_{,0}$ m von einander entfernten Hauptträger, welche, den oberen geraden Theil des Pfeilers zwischen sich schliefsend, ihren Stützpunkt auf den Pfeilerhäuptern finden, bestehen aus continuirlichen, über 2 Oeffnungen reichenden hölzernen Fachwerkträgern. Die Spannweite jeder Hälfte beträgt $49_{,5}$ m, die Gesammthöhe $4_{,0}$ m, die Feldertheilung $2_{,2}$ m. Die Füllung wird gebildet durch ein System gekreuzter hölzerner Streben und durch doppelte eiserne Hängestangen, welche die untere Gurtung taschenartig umschliefsen und oben, in ein Schraubengewinde mit Doppelmutter endigend, von gufseisernen, auf der Obergurtung ruhenden Schuhen aufgenommen werden. Die ganze Anordnung ist aus Fig. 6, welche einen Theil der schweren Trägerhälfte darstellt, ersichtlich. In jedem 2ten Knotenpunkte sind bei beiden Hälften Querverbände (Fig. 11) angeordnet, welche auf ihren unteren Querhölzern eine durchgehende Windverstrebung (Fig. 5) tragen. In den zwischenliegenden Knotenpunkten der schweren Hälfte sind Querträger (Fig. 10) eingehängt, welche zur Aufnahme der Belagbalken und der Dielung und zum Tragen der Eisenconstruction dienen.

Bei der Berechnung der Gerüste sind die ungünstigsten Belastungsarten zu Grunde gelegt, d. h. erstens der Zustand der Ruhe, wobei die hintere Trägerhälfte voll belastet, die vordere unbelastet ist; zweitens der kurz vor Beendung eines Ueberschiebens eintretende Zustand, bei dem die leichte Hälfte fast auf ihre ganze Länge freischwebt. — Die gröfsten sich ergebenden Kräfte waren, bei Annahme einer sehr geringen Beanspruchung des Holzes, für die Dimensionen maafsgebend.

Die Lager der zur Fortbewegung der Rüstung dienenden gufseisernen Rollen von $0_{,3}$ m Durchmesser (Fig. 9) ruhen

Digitized by Google

auf den Häuptern der Pfeiler, deren letzte 4 Schichten, um die nöthige Höhe zu gewinnen, vorläufig fortblieben (Fig. 4). Die Zahl der Rollen auf jeder Pfeilerseite beträgt drei. Um einen concentrirten Druck auf die unteren Gurtungen zu vermeiden, bewegen sich dieselben nicht direct auf den Rollen, sondern es sind eiserne doppelt ⊤-förmige Träger (Fig. 9) eingeschaltet, welche genau die Länge eines Feldes haben, und den Druck auf die Knotenpunkte übertragen. Solcher Träger sind immer je zwei vorhanden, welche, entsprechend dem Ablaufen von den Rollen, versetzt werden. Um dies Versetzen, so wie das Auswechseln der Querverbände etc. bewirken zu können, ist um jeden Pfeiler herum eine Plattform angebracht, die vermittelst zweier Binder auf den Häuptern aufgehangen ist. Die Construction derselben ist aus den Figuren 3, 4 und 5 ersichtlich.

Auf der Mitte der ganzen Rüstung ist ein $8{,}_{30}$ ″ hohes Spanngerüst (Fig. 3 u. 4) errichtet, von dessen Spitze aus, um zu grofse Durchbiegungen bei der Bewegung zu verhüten, die Gurtungen beider Trägerhälften, in ungefähr $^2/_3$ ihrer ganzen Spannweite, durch $0{,}_{04}$ ″ starke, mit Laschen verbundene Stangen aus Rundeisen abgefangen sind. Die Fortbewegung der Rüstung geschah vermittelst Ketten und Zugstangen von 3 Winden aus, welche auf den zwei vorderen Pfeilern und auf dem nächsten, zu welchem die Rüstung übergeschoben werden sollte, aufgestellt waren, und zwar in Nischen (Fig. 4), die eigens zu diesem Zwecke offen blieben. Die Angriffspunkte des Zuges befanden sich an den durch starke Hölzer abgespreizten oberen Gurtungen und wurden, entsprechend dem Vorrücken und dem Auflaufen der Ketten auf die Winden, versetzt.

Die schwere Trägerhälfte wurde während der Bewegung, nicht weit vom Ende, an der fertigen Eisenconstruction aufgehängt und zwar mit Ketten und kleinen Laufrollen (Fig. 3 u. 8), welche sich auf den äufseren Winkeleisen der unteren Eisengurtungen bewegten. Diese Aufhängungen waren paarweise vorhanden, da bei jeder Vertikalen des Ueberbaues eine Auswechselung stattfinden mufste.

Beiläufig sei erwähnt, dafs die Montirung der Rüstungen in der Oeffnung zwischen Pfeiler 1 und dem rechten Landpfeiler geschah, auf einer bei der geringeren Höhe leicht herzustellenden Unterrüstung. Die Träger wurden stückweise zusammengesetzt, auf Holzwalzen vorgeschoben, und demgemäfs hinten verlängert.

In Kürze zusammengestellt, waren die beim Ueberschieben der Rüstungen auszuführenden Arbeiten folgende: 1) Gleichzeitige und gleichmäfsige Bedienung der drei Zugwinden. 2) Das sich regelmäfsig wiederholende Versetzen der eisernen Hilfsträger auf den Rollen, der Aufhängung der schweren Trägerhälfte, und der Angriffspunkte des Zuges. 3) Das Auswechseln aller in die Nähe eines Pfeilers kommenden Querverbände, Querträger und Windverstrebungen, welche abgenommen, um den Pfeiler herumtransportirt und nach entsprechendem Vorrücken des Ganzen vor dem Pfeiler wieder eingesetzt werden mufsten. 4) Das Nachziehen der gerade über den Rollen befindlichen Hängestangen und Schraubenbolzen.

Diese mannigfaltigen und zum Theil gleichzeitig auszuführenden Arbeiten erforderten nach einiger Uebung und bei richtiger Eintheilung der Arbeit verhältnifsmäfsig geringen Aufwand an Zeit und Arbeitskräften.

Was die mit den soeben beschriebenen Rüstungen gemachten Erfahrungen betrifft, so läfst sich nicht leugnen, dafs sich mancherlei Unzuträglichkeiten und Mängel herausgestellt haben, welche aber zum grofsen Theile allen Holzconstructionen solcher Dimensionen mehr oder minder anhaften werden und eine Anwendung derselben nur in den dringendsten Fällen rathsam erscheinen lassen. Hierher gehören vor Allem die sehr starken Formveränderungen, denen solche Constructionen nach jeder Richtung hin unterworfen sind, und welche bei den hier obwaltenden localen und klimatischen Verhältnissen besonders empfindlich hervortraten. Ein Hauptgrund davon war unstreitig in der geringen Höhe der Träger zu suchen, welche nur circa $^1/_{14}$ der Spannweite betrug, aber der drohenden Hochwassergefahr wegen hier nicht gut höher bemessen werden konnte. Solche Beschränkung der Constructionshöhe mufs gerade bei Holzrüstungen deshalb sehr nachtheilig auf die Stabilität wirken, weil es nicht möglich ist, die Stofsverbindungen der Gurtungen, überhaupt die Holzverbände, in ähnlich fester Weise wie bei Eisenconstructionen herzustellen. Die Verlaschungen der Gurtungshölzer, unzweifelhaft der schwächste Punkt aller Holzträger, waren aufs sorgfältigste ausgeführt. Dieselben (Fig. 6 u. 7) bestanden aus doppelten, zur Seite der Gurtung liegenden und mit derselben verschraubten Holzlaschen, und war die Kraftübertragung durch genau eingepafste, leicht angetriebene Keile aus Buchenholz bewirkt.

Die zwischen den Keilen liegenden Theile der Hölzer, welche in der Faserrichtung abscheerend widerstehen mufsten, hielten, obwohl der Rechnung nach nur gering beansprucht, nicht Stand, so dafs der Verband oft nur durch die Schraubenbolzen bewirkt wurde. Besonders war dies bei den Obergurtungen der vorderen Trägerhälfte der Fall, deren Laschen nach einander oft für längere Zeit die ganze Last des vorhergehenden freischwebenden Trägerabschnittes zu tragen hatten.

Dazu kam der höchst ungünstige Einfluls des Klimas auf die Beschaffenheit des Holzes. Die lang anhaltende Hitze dörrte dasselbe vollständig aus, nahm ihm einen grofsen Theil seiner Elasticität und Tragfähigkeit, und bewirkte ein ungewöhnlich starkes Schwinden, dessen Maafs daraus zu ersehen ist, dafs die Muttern an manchen Hängeeisen während des fünfmaligen Ueberschiebens um über $0{,}_{10}$ ″ nachgedreht werden mufsten. Auch darf nicht unerwähnt bleiben, dafs durch das je nach der Bewegung oder dem Ruhestande der Rüstung auftretende Wechseln der Kräfte in den Füllungsgliedern, welche bald als Druckstreben angepreist wurden, bald aufser Wirksamkeit traten, die Versätze sehr ausgearbeitet und gelockert wurden.

Die Durchbiegungen des Gerüstes erschwerten selbstverständlich sowohl das Aufstellen der Eisenconstruction sehr, als auch in noch höherem Maafse die Fortbewegung. Da die Träger mit Gewalt auf die immer in gleicher Höhenlage bleibenden Rollen hinaufgezwängt werden mufsten, so war nicht nur ein grofser Kraftaufwand nöthig, sondern es trat auch in der Nähe der Pfeiler eine sehr ungünstige Beanspruchung der Gurtungen ein, welche in einigen Fällen sogar ein Einknicken der sehr starken Hölzer herbeiführte.

Auch in seitlicher Richtung bewies sich die Rüstung als nicht hinreichend widerstandsfähig gegen die häufig und in dieser Höhe heftig auftretenden Winde. Dieselben brach-

Digitized by Google

ten bei der Trägheit der grofsen freischwebenden Massen, welche eine bedeutende Widerstandsfläche darboten, trotz aller Vorsichtsmaafsregeln oft so grofse Schwankungen hervor, dafs ein weiteres Operiren unthunlich und gefahrbringend war. Verstärkt wurde dieser Einfluſs des Windes während des Baues noch durch den Umstand, dafs die ihm widerstehenden Constructionsglieder, Querverband und Windverstrebung, durch das öftere Auswechseln in ihren Anschlüssen und Verbindungen sehr gelockert wurden.

Schliefslich ist noch zu bemerken, dafs auch die Wirkung des Spanngerüstes nicht die gewünschte war. Da dasselbe den Durchbiegungen der Träger folgen mufste, so traten die Spannstangen, welche vor Beginn der Bewegung angespannt waren, bald aufser Thätigkeit und dienten, nebst dem Gerüste selbst, nur zu unnützer Belastung der Träger. Kam dasselbe wieder in die Nähe eines Pfeilers, wobei die Stangen aufs neue sich anspannten, so bewirkten die letzteren statt der gewünschten Hebung eine seitliche Ausbiegung der Träger, welche eben nach der Seite hin weniger Widerstand leisteten, als in vertikalem Sinne. Die ganze Rüstung nahm, im Grundrifs gesehen, eine S-förmige Gestalt an, welche eine Weiterbewegung hinderte, da die an den Rollen befindlichen Flansche ein schiefes Auflaufen der Gurtungen nicht gestatteten. Es wurde daher schon beim dritten Ueberschieben das Spanngerüst nebst Stangen entfernt, und statt dessen in der Mitte zwischen zwei Pfeilern ein aus 4 Stockwerken bestehender hölzerner Thurm errichtet, welcher die Träger vermittelst eichener Walzen aufnahm, und sowohl während der Bewegung, wie beim Aufstellen des Ueberbaues einen Stützpunkt abgab, der im letzteren Falle noch durch seitlich angebrachte Streben beliebig erweitert werden konnte. Nach Einschaltung dieser Stützen gingen die Arbeiten ohne wesentliche Unterbrechungen und Schwierigkeiten von Statten.

Aus dem im Vorstehenden Gesagten erhellt, dafs in solchen Fällen, wo die Anwendung ähnlicher Gerüste unvermeidlich ist, d. h. wo sowohl die Errichtung fester Unterrüstungen wie das directe Ueberschieben der Eisenconstruction unzulässig erscheint, nur dann ein guter Erfolg erzielt werden wird, wenn es möglich ist, die Stabilität der Rüstungen durch hinreichende Höhe herzustellen. Hierdurch wird bei der gröfseren Maschentheilung gleichzeitig der schädliche Einfluſs des Windes sehr vermindert werden. Auf eine möglichst sorgfältige Herstellung der Stofsverbindungen, sowie auf eine praktische Construction der Querverbände ist ein Hauptaugenmerk zu richten. Die letzteren müssen unter Zuhilfenahme von Eisen so eingerichtet sein, dafs nach jedem Auswechseln ein vollkommen festes Anziehen möglich ist. — Ferner dürfte eine Erleichterung der Arbeit erzielt werden, wenn die Fortbewegung der Gerüste statt durch Winden, durch Umdrehen der auf den Pfeilern befindlichen Rollen bewirkt wird.

Für die Aufstellung der grofsen, im Projecte nicht vorgesehenen Oeffnung, bei der ein Theil der leichten Trägerhälfte mit zum Tragen verwendet werden mufste, wurden die Rüstungen durch zwei im Wasser errichtete Unterrüstungen und dazwischen angebrachte Sprengwerke, wie Fig. 12 schematisch darstellt, versteift. Die Herstellung des mitten im Strome befindlichen Untergerüstes machte bei dem Vorhandensein von Rammgrund keine Schwierigkeit; bei dem näher am Pfeiler 4 gelegenen, welches schon beim Aufstellen der Oeffnung 3 — 4 als Stütze für die vordere Trägerhälfte diente, wurde das unterste Stockwerk in Schiffen aufgestellt und mit denselben auf den abschüssigen, mit einer leichten Sandschicht bedeckten Felsboden versenkt. Diese immerhin bedenkliche Methode, welche nur dadurch möglich wurde, dafs der Felsen an dieser Stelle keine grofsen Unebenheiten zeigte, hat aufser einer Senkung von ungefähr $0{,}_{10}^{m}$ keine nachtheiligen Folgen gehabt.

Hinsichtlich der Eisenconstruction sei noch erwähnt, dafs dieselbe in gröfseren, schon in der Fabrik fertig vernieteten Theilen ankam. Dieselben brauchten auf der Baustelle nur zusammengesetzt und mit conischen Stahlschrauben verbunden zu werden. Die Aufstellung gestaltet sich dadurch sehr einfach, und ist auch mit wenigen kundigen Arbeitern ausführbar; bei verschiedenen Brücken ähnlicher Construction, welche die Brückenbaugesellschaft Harkort in neuerer Zeit nach Portugal geliefert hat, wird dieselbe von dortigen Technikern geleitet.

Da durch das Verschrauben der Stöfse mit conischen Stahlschrauben eine Zeit- und Arbeits-Ersparnifs nicht erzielt wird, so dürfte eine warme Vernietung in allen Fällen den Vorzug verdienen. Das conische Aufreiben der Löcher geschieht trotz aller Aufsicht nicht immer sorgfältig genug, ist an einzelnen Stellen sogar nicht ausführbar; und wie fest auch die Schrauben mit Hämmern eingetrieben und angezogen werden, die zwischen Nietköpfen stattfindende Reibung wird wohl kaum ersetzt.

Die seitens der Regierung angestellten Belastungsproben haben ein sehr gutes Resultat ergeben. Die vorgeschriebene Last betrug für die Fahrbahn 400^{k}, für die Fufswege 200^{k} pro $\square^{m}$. Die grofse Oeffnung, welche noch dazu in ungünstiger Weise geprüft wurde, indem aus Zeitersparnifs statt der ganzen gleichmäfsig vertheilten Last die halbe Totallast in den mittelsten drei Feldern aufgebracht war, zeigte eine Durchbiegung von 9^{mm}, welche nach Wegnahme der Last ganz verschwand. Die Einsenkungen bei den Oeffnungen von $48{,}_{40}^{m}$ Stützweite betrugen 4 bis 5^{mm}.

Ein hölzerner Brückenbelag, wie er in vorliegendem Falle angeordnet ist, empfiehlt sich in südlichen Ländern nicht, da er keine lange Dauer verspricht. Das dortige Eichenholz, wenn auch von harter Beschaffenheit, öffnet sich in der Hitze stark und ist im Winter der Feuchtigkeit sehr ausgesetzt. Ein Schutz durch Theeranstrich, der bei der dichten Structur des Holzes durchaus nicht eindringt, ist unwirksam. — Auch die Vernagelung des Bohlenbelages hat sich als nicht praktisch erwiesen, da die Sonne die Bohlen sehr verzieht und die Nägel lockert. Es empfiehlt sich mehr, wenigstens in der oberen Lage die Bohlen lose neben einander zu legen und durch Saumschwellen an den Seiten zu halten, bei welcher Anordnung auch eine nöthig werdende Erneuerung mit geringerer Verkehrsstörung verbunden sein wird. J. Wex.

Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

64ster Baubericht über den Fortbau des Domes zu Cöln.

Die Bauthätigkeit während des Jahres 1873, auf den Fortbau der beiden Domthürme beschränkt, konnte bei dem andauernden Mangel an Arbeitskräften und bei allseitiger Steigerung der Arbeitslöhne und Baumaterialienpreise nicht in dem Maafse gefördert worden, wie dies in den Voranschlägen in Aussicht genommen war, und beschränkte sich der Aufbau beider Thürme auf die Vollendung des Blumenfrieses, der Verdachung und der Sockelanlage zum Achteck des vierten Thurmgeschosses, welche Bautheile, zu Anfang des Jahres begonnen, die Thätigkeit der gesammten Bauhütten bis Mitte des Jahres in Anspruch nahmen.

Bevor die Abnahme der Versetzwagen und der Abbruch der vorhandenen Baugerüste in Angriff genommen werden konnte, mufsten vorab die Werksteine zu dem grofsen Westportalgiebel zwischen den Thürmen bearbeitet und mit Hilfe der Rüstungen des dritten Stockwerkes versetzt werden.

Im Anschlusse an den Fortbau des nördlichen Domthurmes wurde die das Langschiff gegen Westen abschliefsende Portalwand im Jahre 1864 bis zur Oberkante des ersten Horizontalgesimses ausgeführt. Das in dieser Höhe beginnende grofse Westportalfenster mit der doppelten Triforium-Galerie und dem doppelten Fenstermaafswerke, dessen Breite $6{,}_3$ m bei $14{,}_5$ m Höhe beträgt, konnte erst nach Vollendung des zweiten Stockwerkes des nördlichen Thurmes eingewölbt und übermauert werden, da ein zu schnelles Einfügen des grofsen Portalbogens zwischen dem im 16. Jahrhundert vollendeten Widerlager am südlichen Thurme und dem innerhalb dreier Jahre bis zur Kämpferhöhe aufgeführten Nordthurme, eine erhebliche Senkung der Wölbung nothwendig veranlafst hätte.

Die Einwölbung des Westportalfensters, wie die Ausführung des Fensterwimbergs, der Galerie und des Dachgiebels mit der grofsen Kreuzblume wurde daher aus technischen Rücksichten bis zum Erhärten des Mörtels im Mauerwerke des nördlichen Thurmes verschoben, und von Mitte des Jahres 1873 bis zum Jahresschlusse beendet.

Mit Ausfüllung des Raumes zwischen den Thürmen durch Einfügung der 48 m hohen Portalwand innerhalb weniger Monate ist die im Plane des Cölner Domes so formenschön und harmonisch angeordnete Westportalfaçade zur überraschenden Totalwirkung gelangt und der Domkirche das Gepräge der allseitigen Vollendung verliehen.

Bevor jedoch die Einwölbung und Uebermauerung des Westportalfensters zur Ausführung gelangen konnte, bedurfte es noch einer durchgreifenden Erneuerung der seit 300 Jahren der Verwitterung ausgesetzten Widerlager und Wartesteine am südlichen Thurme, die im Mittelalter in Aussicht auf die baldige Vollendung der Thürme ausgekragt, bei der geringen Widerstandsfähigkeit des Drachenfelser Trachyts einer allseitigen Verwitterung anheimgefallen waren.

Dieses zeitraubende und mühsame Aushauen einzelner Steine und die kunstgerechte Erneuerung solcher weit ausgekragten Widerlager hat die Versetzarbeiter längere Zeit ausschliefslich beschäftigt, und den Aufbau der Westthürme verzögert.

Vor Abbruch der Baugerüste mufste auch die Erneuerung der baulos gewordenen Fensterwimberge und Galerieen des zweiten Geschosses am südlichen Thurme zum Abschlufs gelangen, und gab der milde Winter Veranlassung, diese Arbeiten in den Monaten November und December 1873 zur Ausführung zu bringen.

Wie der Aufbau des Westportalgiebels die Vollendung der Domkirche im Aeufseren sichtlich gefördert hat, so brachte die Einfügung des grofsen Sterngewölbes als erster massiver Abschlufs der Thürme im Inneren, die bedeutenden Abmessungen der grofsen Hallen des dritten Geschosses zur vollen Geltung.

Das grofse Sterngewölbe, aus reich profilirten Rippen von Haustein und sorgfältig ausgeführten Kappen von behauenen Tuffsteinen construirt, überdeckt bei einer diagonalen Spannweite von 15 m (ca. 48 Fufs) einen Flächenraum von $50{,}_4$ □m (ca. 512 □Fufs). Die Gesammthöhe der Halle bis zum Schlufssteine beträgt ca. 22 m und ist dieser Raum zur Aufnahme des Glockenstuhls bestimmt.

Mit Ausführung der gleichen Wölbung im zweiten Geschosse des nördlichen Thurmes sind die Werkleute zur Zeit beschäftigt und wird auch dieser Thurm bis Mitte des Sommers den massiven Abschlufs erhalten, dessen Herstellung gleichzeitig für die Aufstellung der Fördermaschine in der Höhe von 70 m über dem Fufsboden der Kirche erforderlich ist.

Seit Beginn des Jahres 1874 sind sämmtliche Arbeitskräfte in den Werkhütten mit Ausführung der Werkstücke für den weiteren Aufbau des vierten Geschosses des südlichen Thurmes beschäftigt, und lagern die fertig bearbeiteten Steine für den Aufbau des Octogons bis zur Höhe von $10{,}_5$ m über dem dritten Hauptgesimse in der Umgebung des Domes.

Während die Thürme des Cölner Domes bis zur Höhe von ca. 70 m aufsen und innen viereckig emporsteigen, beginnt mit dem dritten Hauptgesimse das Octogon, welches bis zur Höhe von ca. 94 m hinaufreichend, aus dem Achteck construirt ist.

Auf den durch die Achtecksl ösung frei gewordenen 4 Ecken der Thürme erheben sich vom dritten Hauptgesimse ab die vom Octogonbau völlig abgelösten Eckfialen, die, bei kleineren Kirchen aus einzelnen Fialenschäften bestehend, am Cölner Dome zu Thürmen von 33 m (ca. 100 Fufs) Höhe und 6 m Durchmesser heranwachsen und in 3 Geschossen, mit überreicher Ornamentik und Figurenschmuck versehen, bis zu den Anfängen des durchbrochenen steinernen Thurmhelmes emporragen.

Zur Herstellung der bedeutenden Anzahl von 1510 Stück Fialen, Kreuzblumen, Riesen und Capitälen, die als allseitig freistehende Ornamente den Kern der 8 Eckthürme im Bereiche des Octogons beide Thürme umgeben, bedarf es einer mehrjährigen ausschliefslichen Beschäftigung der geübtesten Verzierungsarbeiter und ist bereits seit dem Jahre 1872 mit Ausführung dieser Bildhauerarbeiten im Voraus begonnen, so dafs sämmtliche Ornamente bis zum Gebrauche am Schlusse des Jahres 1875 vollendet sein werden.

Digitized by Google

In den Jahren 1872 und 1873 ist für diese in Vorrath gearbeiteten Ornamente incl. Hausteinmaterial bereits die bedeutende Summe von ca. 40000 Thlrn. verausgabt, und wird ein fernerer Geldbetrag von ca. 12500 Thlrn. nothwendig sein, um die noch fehlenden Ornamente zu diesen 8 Eckthürmen zu completiren.

Als Vorarbeit für die Subconstruction des Glockenstuhls im südlichen Thurme und zur Ergänzung des im zweiten Geschosse daselbst noch fehlenden Centralpfeilers, der nach Abbruch des alten Glockenstuhls nebst den Gurtbögen und Gewölbeüberkragungen neu zu errichten bleibt, sind die Werksteine sämmtlich beschafft und fertig zum Versetzen bearbeitet, so dafs es nur des Abbruchs und der Unterbringung der Glocken in provisorischen Glockenstühlen bedarf, um dann auf dem frei gewordenen Grundrisse in Mitten des zweiten Thurmgeschosses mit dem Aufbau des Centralpfeilers und dem Einfügen der Kreuzgewölbe beginnen zu können.

Die Herstellung des plastischen Schmuckes im Aeufseren des Domes ist, nachdem die Heiligenfiguren an den Pfeilern im Inneren der Domkirche sämmtlich vollendet, im Laufe des Jahres 1873 allseitig und sichtbar gefördert worden. Zunächst erfolgte die Ausführung der 5 grofsen Statuen für die Aufsenseite des südlichen Thurmes von $3,_{5}^{m}$ Höhe, darstellend die heil. Könige Melchior und Balthasar und die heiligen Gereon, Severinus und Apostel Petrus, ferner die Aufstellung des gesammten plastischen Schmuckes des grofsen Thürgiebels über dem Mitteleingange im Westen, bestehend in den Figuren der vier grofsen Propheten und des Erlösers; desgleichen in den 8 Engelfiguren auf den Baldachinen und den Consolen daselbst. Gleichzeitig wurden durch den Dom-Bildhauer Fuchs für die nördliche Nebenthür des Westportals die Reliefs, enthaltend die Geschichte der heiligen drei Könige, sowie die 14 Statuen auf den Pfeilern und 34 Figuren in den Hohlkehlen der Thürwölbung, modellirt und in französischem Kalkstein ausgeführt.

Mit dem Schlusse des Jahres 1873 ist nunmehr auch die im Jahre 1864 begonnene Herstellung der Glasgemälde für die Hochschiffsfenster im Lang- und Querschiffe des Domes beendet, und erreicht die Gesammtausgabe für die Mosaik-Verglasung und die Heiligenfiguren in den 28 Fenstern des Hochschiffes im Cölner Dome den Betrag von 95368 Thlr.

Durch die Stürme zu Anfang des Jahres gehemmt, konnte das neue Gerüst für den Aufbau des Octogons des südlichen Thurmes erst zu Ende April aufgeschlagen und betriebsfähig hergestellt werden.

Die Bauhölzer zur ersten Gerüstetage des nördlichen Thurmes, desgleichen zur zweiten Gerüstetage des südlichen Thurmes lagern fertig abgebunden am Fufse des Domes, um sofort auf die Höhe der Thürme geschafft und daselbst aufgeschlagen zu werden, sobald das Fortschreiten der Versetzarbeiten die Anbringung neuer Gerüste erfordert.

Als planmäfsiger Reinertrag der neunten Dombau-Prämien-Collecte ist wiederum die Summe von ca. 182000 Thlr. in die Kasse des Central-Dombauvereins geflossen und beträgt der pro 1873 von Seiten der Vereinskasse zum Fortbau des Domes eingezahlte Beitrag im Ganzen 190000 Thlr.

Laut Nachweis der Königlichen Regierungs-Hauptkasse zu Cöln ist pro 1873 ein Betrag von 242109 Thlr. 22 Sgr. 5 Pf. für den Cölner Dombau verwendet, in welcher Summe die Ausgabe für den Fortbau der beiden Westthürme einschliefslich des Westportals mit 234378 Thlr. 8 Sgr. 3 Pf. enthalten ist.

Speciell für die Materialbeschaffung wurde ein Geldbetrag von 74857 Thlr. 24 Sgr. verausgabt und konnte hierfür sowohl der Bedarf an Hausteinen und sonstigem Baumaterial pro 1873 gedeckt, als auch ein Bestand von Material jeder Art zum Werthe von 45358 Thlr. 11 Sgr. 8 Pf. auf das Jahr 1874 übertragen werden.

Unter Hinzunahme der Baukosten in den Jahren 1864 bis ultimo 1872 zum Betrage von 1296520 Thlr. 28 Sgr. 4 Pf. sind demnach im Laufe von zehn Jahren von 1864 bis ultimo 1873 im Ganzen 1530899 Thlr. 6 Sgr. 7 Pf. zum Ausbau der Thürme des Cölner Domes angewiesen und verwendet worden.

Cöln, den 19. Mai 1874.

Der Dombaumeister Voigtel.

Ueber das Verhalten der Metalle bei wiederholten Anstrengungen.

(Fortsetzung der Wöhler'schen Festigkeitsversuche.)

(Mit Zeichnungen auf Blatt Q im Text.)

Der frühere Ober-Maschinenmeister an der Königl. Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn, nachherige Director der Actiengesellschaft „Norddeutsche Fabrik für Eisenbahnbetriebs-Material", und jetzige Eisenbahn-Director in der General-Direction der Eisenbahnen von Elsafs-Lothringen, Herr A. Wöhler, hat in den Jahrgängen X, XIII, XVI und XX*) dieser Zeitschrift, d. h. in den Jahren 1860, 1863, 1866 und 1870, nicht nur die Resultate der von ihm in den Werkstätten zu Frankfurt a/O. angestellten Versuche über Festigkeit von Stahl und Eisen nebst Zeichnung und Beschreibung der von ihm construirten „Apparate" mitgetheilt, sondern auch seine Ansichten über die Gesetze der Festigkeit und den Zusammenhang der verschiedenen Festigkeitsarten untereinander mathematisch begründet.

Bei seinem im Jahre 1870 erfolgten Uebertritt aus dem Staatsdienst in das Directorium genannter Actiengesellschaft fand sich Herr Wöhler in Anbetracht der Neuheit der von ihm gewonnenen Resultate veranlafst, das Königliche Handelsministerium um Wiederholung seiner Versuche zu bitten. In Folge dessen wurde die Fortsetzung der fraglichen Versuche in der Königlichen Gewerbe-Academie angeordnet und auf Antrag des Directors dieser Anstalt, des Geheimen Re-

*) Von der im Jahrgang XX erschienenen Abhandlung ist ein Separatabdruck als selbstständiges Werk erschienen, welches den Titel führt „Ueber die Festigkeitsversuche mit Eisen und Stahl." Auf Anordnung Sr. Excellenz des Herrn Ministers für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten, Grafen von Itzenplitz angestellt von A. Wöhler etc. Mit V Kupfertafeln. Berlin 1870. Verlag von Ernst und Korn (Gropius'sche Buch- und Kunsthandlung).

Digitized by Google

gierungsrathe, Herrn Prof. Reuleaux, mir die Leitung der neuen Versuche übertragen.

Im März 1871 gelangte ein Theil — etwa die Hälfte — der von Herrn Wöhler benutzten Versuchsapparate hierher, konnte jedoch noch nicht aufgestellt werden, da es an einem geeigneten Versuchslocal gebrach. Die Herstellung eines solchen in den ohnehin sehr beschränkten Räumen des Gewerbehauses veranlafste mehrere bauliche Veränderungen, welche sammt den nothwendigen Gas- und Wasserleitungen erst zu Ende jenes Jahres vollendet werden konnten.

Nachdem mir zum Betrieb der erwähnten „Versuchs-Maschinen" eine atmosphärische Gaskraftmaschine von $^1/_2$ Pferdekraft (Patent von Otto und Langen) übergeben worden und aufgestellt war, begann ich zu meiner eigenen Instruction die Vorversuche, aus denen sich ergab, dafs sämmtliche Maschinen einer sorgfältigeren Beaufsichtigung bedürften, als solche von der Academiewerkstätte aus, wie früher beabsichtigt, möglich war; ich mufste daher den Beginn der eigentlichen Versuche bis zur Einstellung eines mir genehmigten, lediglich zu meiner Disposition stehenden Gehilfen, d. i. bis zu Ende Juli 1872 verschieben.

Durch Beschlufs des Königlichen Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten vom 9. April d. J. wurde mir aufgegeben, meinen Jahresbericht pro 1873 zweckentsprechend umzuarbeiten und der Redaction dieser Zeitschrift zur Veröffentlichung zu übergeben.

Bevor ich, dieser hohen Verfügung Folge leistend, die Resultate meiner bisherigen Versuche mittheile, will ich des besseren Verständnisses halber einige der von Hrn. Wöhler zuerst aufgestellten Sätze hier wiederholen und das von ihm bei seinen Versuchen eingeschlagene Verfahren in der Kürze andeuten.

Das von Wöhler entdeckte Gesetz lautet:

„Der Bruch des Materials läfst sich durch vielfach wiederholte Schwingungen, von denen keine die absolute Bruchgrenze erreicht, herbeiführen. Die Differenzen der Spannungen, welche die Schwingungen eingrenzen, sind dabei für die Zerstörung des Materials maafsgebend."*)

Nimmt man die untere Grenzspannung vorläufig $= 0$ an, so ergiebt sich aus dem obigen Gesetz, dafs die Zahl der wiederholten Anstrengungen bis zum Bruch eines Materials um so kleiner oder gröfser ist, je gröfser oder kleiner die gröfste Spannung ist, welche die am meisten angestrengten Fasern auszuhalten haben.

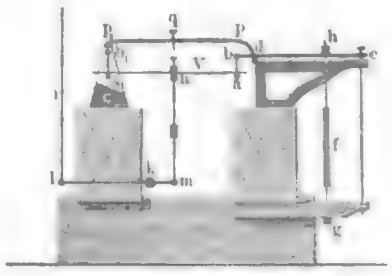
Die Apparate oder Versuchsmaschinen, welche Herr Wöhler benutzt hat, um die allgemeine Giltigkeit des obigen Gesetzes darzuthun, sind ebenso genial als zweckentsprechend construirt. Es sind deren 4, nämlich:

I. Apparat zum Zerreifsen durch wiederholte Belastung.
II. Apparat für wiederholte einseitige Biegung prismatischer Stäbe.
III. Apparat zu Versuchen mit belasteten Stäben, welche continuirlich gedreht werden.
IV. Apparat zum Verwinden durch wiederholte Belastung.

Die Kraft wird von der mit einem Hubzähler in Verbindung stehenden Transmissionswelle auf die 4 Apparate übertragen und zwar bei I, II und IV vermittelst Excentrics auf Hebel, dagegen bei III durch Schnurscheiben auf Stahlwellen, in deren schwach conisch ausgedrehten Köpfen die Versuchsstäbe mit Hilfe eines Schraubenapparats eingezogen werden. Die Normirung der Maximalspannungen, denen die am meisten angestrengten Fasern eines Versuchsstabes ausgesetzt werden sollen, wird durch Feder-Dynamometer bewirkt.

Für diejenigen Leser, denen die oben bezeichneten Jahrgänge dieser Zeitschrift gerade nicht zur Hand sind, fügen wir zum besseren Verständnifs des den Versuchsmaschinen zu Grunde liegenden Princips die Linienskizze des Apparats II in nachstehender Figur 1 bei.

Fig. 1.



$^1/_{20}$ d. n. Gr.

Der Versuchsstab V ruht auf den beiden Schneiden a und a_1, welche mit den beiden Gelenkstücken ab und $a_1 b_1$ verbunden sind, deren letzteres bei b_1 einen festen Drehpunkt im gufseisernen Lagerbock c hat, während das erstere an dem kurzen Arm des in d seinen Stützpunkt findenden Hebels be aufgehängt ist. Das Federdynamometer f, welches zwischen den Punkten g und h vermittelst Schrauben innerhalb gewisser Grenzen gespannt werden kann, verhindert in k ein Aufsteigen des längeren Hebelarmes, wenn der kürzere bei b belastet wird. Diese Belastung wird hervorgebracht durch die von der Transmission ausgehende Excenterstange i, welche mit dem in k gestützten Hebel lm verbunden ist und bei ihrem Steigen ein Herabgehen des Endpunktes m bewirkt, der seinerseits auf den die Mitte n des Versuchsstabes V mit m verbindenden Stab ziehend, durch diesen auf V biegend wirkt und damit die Punkte a, a_1, sowie b, b_1 belastet. Auf den Holzschwellen O und O_1 sind 6 solcher Apparate neben einander befestigt, welche sämmtlich durch ein und dieselbe Excenterstange i bewegt werden. Soll nun jeder der 6 Probestäbe eine andere Maximalspannung erleiden, so wird dies durch den Dynamometer f in folgender Weise bewirkt:

Ist S die verlangte Maximalspannung pro Quadrateinheit, b die Breite des Versuchsstabes, h dessen Höhe, $a a_1 = l$, und P die in der Mitte nöthige Kraft, um die Spannung S hervorzurufen, so hat man bekanntlich $P = \frac{4}{6} S \frac{b h^2}{l}$; diese Kraft vertheilt sich gleichmäfsig auf a und a_1, so dafs also $\frac{P}{2}$ in b abwärts wirkt und dieser Kraft nur durch die gehörige Spannung s des Dynamometers und das Uebergewicht des gufseisernen Hebels de das Gleichgewicht gehalten wird. Ist H das auf den Punkt h reducirte Hebelgewicht, das Verhältnifs $\frac{b d}{d h} = \frac{1}{n}$, so mufs

$$s = \frac{P}{2n} - H \text{ gemacht werden.}$$

*) Zeitschrift für Bauwesen 1870, S. 83.

Digitized by Google

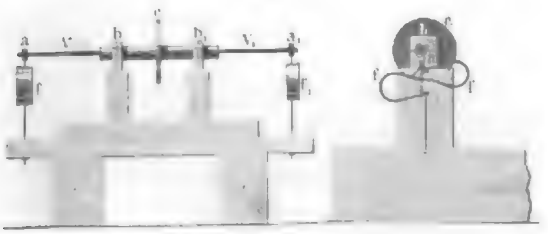
So lange die in $n\,m$ wirkende Zugkraft k kleiner ist, als das nach obiger Formel berechnete P, so ist der Punkt a als fest anzusehen und der Stab V biegt sich; sobald aber k gröfser als P wird, giebt der Punkt b nach und es findet bei constant bleibender Biegung des Stabes V eine Drehung desselben um a_1 statt, wobei sich ein leichtes Schlagen der am Ende des Hebels $b\,e$ bei e angebrachten Stellschraube bemerklich macht.

Die Verbindungsstange $m\,n$ ist oben mit einem den Versuchsstab umfassenden Bügel, unten dagegen mit einem länglichen Auge versehen, in welches ein Bolzen des Hebels $l\,m$ greift, so zwar, dafs auf die Stange wohl beim Steigen der Excenterstange i ein abwärts gehender Zug, beim Niedersinken derselben aber niemals ein aufwärts gehender Druck ausgeübt werden kann und der Versuchsstab V nach der Abwärtsbiegung lediglich durch seine Elasticität in die ursprüngliche Lage zurückkehrt. In der Mitte der Stange $m\,n$ befindet sich ein Rechts- und Links-Gewinde mit Mutter, durch welche deren Länge so regulirt werden kann, dafs sich nur während eines Augenblicks und zwar kurz bevor der Punkt n seine tiefste Stelle annimmt, der Punkt a senkt, also auch nur während einer sehr kurzen Zeit die gewünschte Spannung S in den äufsersten Fasern des Stabes V erhalten bleibt.

Soll die Spannung des Probestabes nicht auf Null, sondern nur auf eine Minimalspannung S_1 zurückgehen, so wird die im Oberbügel $p\,p_1$ befindliche Stellschraube q so tief eingeschraubt, dafs in dem zurückgehenden Stab eine Biegung verbleibt, welche in den äufseren Fasern der Spannung S_1 entspricht. Der Pfeil dieser Biegung wird gleichfalls durch das Feder-Dynamometer f bemessen.

In ähnlicher Weise werden die Grenzspannungen auch bei den Maschinen I und IV bestimmt, während die bei ein und demselben Stab constant bleibende Biegung der in Maschine III eingezogenen Probestäbe lediglich durch ein am freien Ende a wirkendes Feder-Dynamometer f hervorgebracht wird. (Fig. 2.) Bei den continuirlich gedrehten Probestäben wird jede Faser, mit Ausnahme der in der neutralen Schicht liegenden, während der einen Hälfte der Umdrehung mit der von dem Dynamometer ausgehenden Kraft einmal gedehnt, dagegen während der anderen Hälfte gedrückt.

Fig. 2.



$^1/_{10}$ d. n. Gr.

Hinsichtlich der genaueren Beschreibung der Apparate auf die angezogenen Schriften Wöhler's verweisend, wende ich mich wieder zu den Versuchen selbst zurück.

Herr Wöhler liefs aus einem und demselben Material, nachdem er es vorher durch die einfache Festigkeitsmaschine auf Elasticitäts- und Bruchgrenze geprüft hatte, eine Anzahl Stäbe für die bewegten Maschinen anfertigen und gab dem ersten Probestab eines jeden Apparates eine der absoluten Bruchgrenze nahe liegende Maximalfaserspannung.

Jeder folgende Stab derselben Versuchsreihe erhielt eine niedrigere Spannung, und es zeigte sich, dafs die den Bruch des Materials herbeiführende Anzahl von Anstrengungen in viel rascherem Verhältnifs wuchs, als die Spannungen abnahmen.

Fährt man auf solche Weise mit der Spannungsverminderung fort, bis man zu einer Anstrengungszahl gelangt ist, welche einer gewissen Zeit entspricht, während welcher irgend ein wiederholten Anstrengungen ausgesetztes Constructionsglied aus sachlichen Gründen gewöhnlich ausgewechselt werden mufs, so kann die angewendete Spannungsgröfse, wenn sie wegen der Ungleichheit des Materials noch mit einem Sicherheitscoëfficienten $\frac{1}{n}$ (welchen Wöhler $= {}^1/_2$ annimmt) multiplicirt wird, als zulässige Spannung angenommen werden. Man hat alsdann die „practische Tragkraft" direct bestimmt, während sie sonst aus der „theoretischen Tragkraft" d. i. aus dem der Elasticitätsgrenze entsprechenden Tragmodul oder noch früher aus dem Bruchcoëfficienten (Bruchmodul) abgeleitet wurde.

So fand Herr Wöhler, dafs ein aus einer Krupp'schen Gufsstahlachse geschnittener Stab bei einer gröfsten Faserspannung von 300 Ctr. pro □Zoll in Apparat III erst nach 45000000 Umdrehungen gebrochen ist. Wollte man nun ein solches Material zu einer Achse verwenden, welche täglich 30000, also jährlich 9 Millionen Umdrehungen zu machen hat, so würde man, fünfjährige Dauer vorausgesetzt, mit Rücksicht auf den Sicherheitscoëfficienten $= {}^1/_2$ die zulässige Spannung $= 150$ Ctr. pro □Zoll annehmen dürfen. Ein anderer Versuch ergab, dafs ein aus Bündelachsen der Gesellschaft Phönix geschnittener Stab bei einer Maximal-Faserspannung von 160 Ctr. pro □Zoll nach 132250000 Umdrehungen noch im Betrieb war. Auf Grund dieses Versuchs nimmt Herr Wöhler die zulässige Spannung von Eisen, dessen Fasern abwechselnd auf Zug und Druck in Anspruch genommen werden, — 80 Ctr. pro □Zoll an, wenn die Construction eine unbegrenzte Dauer besitzen soll.

Viele andere Versuche haben den zweiten Theil des von Wöhler aufgestellten Gesetzes, „dafs die Differenzen der Spannungen, welche die Schwingungen eingrenzen, für die Zerstörung des Zusammenhangs maafsgebend seien und die absolute Gröfse der Grenzspannung nur insoweit von Einfluss sei, als mit wachsender Spannung die Differenzen, welche den Bruch herbeiführen, sich verringern," bestätigt.*) Als Resultat dieser Versuche wurde der Satz aufgestellt:

Es können bei Inanspruchnahme auf Biegungs- oder auf Zugfestigkeit mit gleicher Sicherheit gegen Bruch Schwingungen stattfinden in den Grenzen:

bei Eisen	zwischen	+ 160 Ctr.	und	— 160 Ctr.	Faserspannung pro □Zoll,
	-	+ 300 -	-	Null	
	-	+ 440 -	-	+ 240 Ctr.	
bei Achsengufsstahl	zwischen	+ 280 Ctr.	und	— 280 Ctr.	Faserspannung pro □Zoll,
	-	+ 480 -	-	Null	
	-	+ 800 -	-	+ 350 Ctr.	

*) Siehe Zeitschr. f. Bauwesen 1870, S. 83 und 85.

bei ungehärtetem Feder-Gufsstahl	zwischen	+ 500 Ctr.	und	Null Ctr.		Faserspannung pro □Zoll,
	-	+ 700	-	250	-	
	-	+ 800	-	400	-	
	-	+ 900	-	600	-	

und bei Inanspruchnahme auf Schubfestigkeit

b. Achsen-Gufsstahl	zwischen	+ 220 Ctr.	und	— 220 Ctr.		Schubspann. pro □Zoll.
	-	+ 380	-	Null		

Hieran schliefst sich die Bemerkung an:

Constructionstheile, welche positiv und negativ (abwechselnd auf Zug und Druck) in Anspruch genommen werden, z. B. Kolbenstangen, Kurbelstangen, Balanciers u. dergl., müssen im Verhältnifs etwa wie 9 : 5 stärker sein, als solche, deren Inanspruchnahme nur in einem Sinne erfolgt, z. B. Träger, Brücken, Dachconstructionen etc.

Als Hauptresultat der Versuche wird auf Seite 87 der Zeitschr. f. Bauw. 1870 folgende Tabelle aufgestellt:

„Es ergeben sich aus den Versuchen für Constructionen von unbegrenzter Dauer folgende zulässige Faserspannungen

a) für Schmiedeeisen

nach beiden Richtungen angestrengt . . 80 Ctr. pro □″,
nach einer Richtung angestrengt, gröfste Gesammtspannung . . . . . 180 Ctr. pro □″,
wovon höchstens 150 Ctr. auf die variable Belastung entfallen dürfen.

Ist die constante Spannung geringer als 30 Ctr., so verringert sich die zulässige Gesammtspannung um eben so viel;

b) für ungehärteten Gufsstahl

nach beiden Richtungen angestrengt . . 120 Ctr. pro □″,
nach einer Richtung angestrengt, gröfste Gesammtspannung . . . . . 330 Ctr. pro □″,
wovon höchstens 220 Ctr. auf die variable Belastung entfallen dürfen.

Dabei mufs aber hervorgehoben werden, dafs die Zahlen im Allgemeinen nur für schlichte Stäbe gelten.

Die Festigkeit der Verbindungen, als Vernietung, Verkeilen und dergleichen, sowie auch abweichende Formen bedürfen specieller Feststellung durch Versuche.

Die Ergebnisse mit scharf abgesetzten Stäben und der beobachtete Einfluss der Nabenpressung haben die Nothwendigkeit solcher Specialversuche hinreichend erwiesen."

Ich habe mir trotz des beschränkten Raumes erlaubt, diese beiden Tabellen nebst den sich daran anschliefsenden Bemerkungen hier aufzuführen, weil ich mich später darauf beziehen mufs und weil sich nach der Ansicht des Herrn Wöhler für fernere Specialversuche ein fast unbegrenztes Feld darbietet.

Wie wichtig diese neuen Gesetze und Beobachtungen für den gesammten Maschinen- und Eisenbahnbau, sowie für die eisernen Brücken- und Dachconstructionen sind, ist wohl nicht nöthig weiter zu erörtern. Die Wöhler'schen Versuche dürften, wenn sie erst durch Wiederholung und Erweiterung eine vollständige Bestätigung gefunden haben, geeignet sein, strenge baupolizeiliche, die zulässigen Maximalspannungen der verschiedenen Eisenconstructionen betreffende Verfügungen der obersten Staatsbehörde zu veranlassen, durch welche nicht nur die Sicherheit des auf Eisenbahnen reisenden Publikums, sondern auch die der Bewohner jener Gebäude, welche, wie wir täglich zu sehen Gelegenheit haben, ihre ganze jetzige Stabilität dem Gebrauch, man möchte fast sagen — dem Mifsbrauch des Eisens verdanken, mehr garantirt würde. Die Bewegungen der Einwohner und der Verkehr im Hause selbst, mehr aber noch die über das Pflaster rollenden Lastfuhrwerke und sogar heftige Windstöfse rufen in den eisernen T- oder I-Trägern, durch welche Gewölbe, Zwischenwände etc. getragen und mit deren alleiniger Hilfe grofse Ladenfenster überbaut werden, ganz ähnliche Schwingungen hervor, wie sie durch Wöhler's Apparat II in den prismatischen Stäben hervorgebracht werden, und es ist daher wohl die bescheidene Frage erlaubt, ob die betreffenden Baumeister mit vollem Bewufstsein und mit Rücksicht auf die Wöhler'schen Versuche die Dimensionen ihrer Träger berechnet haben, oder nicht. Ein nicht zu beschreibendes Unglück müfste aber, wenn vielleicht nach erst einigen Menschenaltern, über ganze Stadttheile kommen, wenn die in dieser Zeitschrift (1860, Seite 596, al. 7) als nicht zu umgehen bezeichnete Frage: „ob es überhaupt eine Grenze der Anspannung giebt, innerhalb deren das Material sicher ist," verneint werden müfste, oder wenn die weitere, von Wöhler im Jahrgang XX dieser Zeitschrift hingeworfene Bemerkung „Es ist nicht unwahrscheinlich, dafs die vielfach wiederholte Bewegung der Molekule durch Wärme in ähnlicher Weise auf die Zerstörung des Zusammenhangs hinwirkt, wie die Schwingungen, welche durch Kräfte veranlafst werden", eine gewisse Begründung fände. Diese und ähnliche Erwägungen mögen wohl Hrn. Wöhler veranlafst haben, bei dem Königl. Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten die Fortsetzung seiner von ihm mit so viel Umsicht geleiteten Versuche zu beantragen.

Nachdem ich im Vorstehenden das Wesen und die Tragweite der Wöhler'schen Versuche als Basis der meinigen auseinander gesetzt, gehe ich zu diesen selbst über.

Zur Wiederholung der Versuche Wöhler's schien es mir nöthig, auch seine Bezugsquellen zur Beschaffung meines Materials zu benutzen. Da nun von seinen 78 eisernen Probestäben 50 Stück aus Bündelachsen der Gesellschaft Phönix, dagegen von 139 Stahlstäben 75 aus Krupp'schen, 11 aus Borsig'schen Achsen geschnitten waren, so richtete ich an Herrn Geheimrath Reuleaux die von demselben sofort erfüllte Bitte, die Königl. Direction der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn um Ueberlassung einiger Phönix-Achsen und ferner Herrn Geh. Commerzienrath Krupp und Herrn Geh. Commerzienrath Borsig dahier um gefällige Ueberlassung von Stahlachsen zu ersuchen. Die beiden letztgenannten Herren leisteten in dankenswerther Weise das Versprechen, der unter meiner Leitung stehenden Versuchsanstalt je zwei Achsen unentgeltlich zu verabfolgen, die Königl. Direction der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn dagegen bedauerte, nicht im Besitz von losen Phönix-Achsen zu sein, und ertheilte den Rath, die Gesellschaft Phönix selbst darum anzugehen. Auf die sonach dorthin gerichtete Anfrage wurde die Antwort ertheilt, dafs derartige Achsen nicht in Bestellung, ältere dagegen nicht vorräthig seien — und so mufste ich mich denn bis zum Eintreffen der versprochenen Stahlachsen mit von der Firma Ravené und Söhne dahier gekauften, angeblich von der Heinrichshütte in Westfalen bezogenem Rund- und Quadrateisen begnügen. Die Resultate dieser Versuche sind in den nachfolgenden Tabellen unter Nr. I u. IV aufgeführt, denen ich zum Vergleich Wöhler's

Digitized by Google

Tabellen X, V u. VI aus Jahrgang XX dieser Zeitschrift beigefügt habe. Aus Tabelle I ist zu ersehen, wie ungleichmäfsig das verwendete Rundeisen war — ich setzte daher die Versuche nicht weiter fort. Tabelle IV zeigt eine ziemlich gute Uebereinstimmung mit Wöhler's Tabelle V; aber auch diese Versuchsreihe liefs ich bei 360 Ctr. Spannung abbrechen, da die mit 320 resp. 300 Ctr. Spannung eingelegten Stäbe aus Phönix-Eisen beim Schlufs der Wöhlerschen Versuche noch nicht gebrochen waren. Aufserdem liefs mich das Ansehen der Bruchflächen ahnen, dafs durch die oft wiederholten Anstrengungen eine Veränderung im Gefüge des Eisens vorgehe, und ich wollte mich gern von der Richtigkeit oder Nichtigkeit meiner Vermuthungen durch den Anblick eines auf gleiche Weise gebrochenen gleichmäfsigeren Materials, des Stahls, überzeugen. Ich unterwarf demnach den Gufsstahl von Firth und Söhne in Sheffield der Prüfung und habe deren Resultate in den Tabellen Nr. II und V mitgetheilt, denen wiederum zum Vergleiche Wöhler's Tabellen XI, VII^a u. VII^b beigefügt sind.

Im November 1872 wurde mir der Auftrag, die in der Fabrik des Herrn Georg Höper & Co. in Iserlohn erzeugte Dr. Künzel'sche Phosphorbronze zu prüfen. Mit Rücksicht auf die nur geringe Anzahl meiner Versuchsmaschinen und in Anbetracht meiner Hauptaufgabe, „die Wöhler'schen Versuche zu wiederholen", glaubte ich von dem durch Wöhler vorgezeichneten Gang abweichen zu müssen. Ich verzichtete also darauf, durch allmäliges, eine Reihe von Jahren in Anspruch nehmendes Herabmindern der Spannung diejenige zu ermitteln, bei welcher der Phosphorbronze eine „begrenzte" oder gar „unbegrenzte" Dauer beigemessen werden dürfte; ich begnügte mich vielmehr mit vergleichenden Versuchen, indem ich neben der Phosphorbronze auch gewöhnliche Bronze oder Rothgufs, wie er mir von der Continental-Wasserwerks-Gesellschaft Neptun dahier bereitwilligst zur Disposition gestellt wurde, der Prüfung unterwarf. Die Resultate sind in den Tabellen III, VI u. IX niedergelegt und werden dieselben nächstes Jahr durch Versuche mit Manganbronze aus der Maschinen- und Dampfkessel-Armaturen-Fabrik von C. W. Blancke & Co. in Merseburg vervollständigt werden.*)

Die Versuche mit continuirlich gedrehten und gleichzeitig gebogenen Stäben konnten nicht sofort beginnen, da zwar die Maschine III von der Central-Werkstätte in Frankfurt a/O. hierhergeschickt worden war, nicht aber der zugehörige Schraubenapparat, welcher, wie mir auf mein durch alle Instanzen gegangenes Gesuch um gefällige Uebersendung desselben mitgetheilt wurde, dort nicht entbehrt werden konnte. In Folge dieser abschlägigen Antwort mufste ich den Apparat hier anfertigen lassen, so dafs ich diese Versuchsreihe erst im Juli 1873 beginnen konnte. Ich verwendete dazu englisches Best-Best Rundeisen (sogenanntes Spindeleisen) und habe die Resultate in Tabelle VII niedergelegt.

*) Ein anderer „practischer" Versuch mit Phosphorbronze ist begonnen. Die aus „Steromet.II" (Messing mit starkem Zinkgehalt) gefertigten Cylinder der Kuppelung am Schaltwerk der Gaskraftmaschine versagten wegen Abnutzung ihren Dienst nach 9800000 Umdrehungen der Transmission; ich liefs dieselben durch Phosphorbronze-Cylinder ersetzen, welche seitdem 5½ Million Umdrehungen ausgehalten und nach 4½ Million keine Abnutzung, wohl aber eine kleine Verlängerung erlitten haben. Herr Höper glaubt durch ein anderes Mischungsverhältnifs die Härte seiner Bronze vergröfsern und ihre Dehnbarkeit, eine sonst sehr schätzenswerthe Eigenschaft, für diesen besonderen Zweck vermindern zu können.

Zu Ende des Monats August 1873 empfing ich eine Sendung von 52 Gufsstahlstäben (im Gewicht von nahezu 10 Ctr.), welche der Geh. Commerzienrath Herr Krupp nach meiner Angabe mittelst der Kreissäge aus Locomotivachsen hatte schneiden lassen. Diese Gefälligkeit ist um so dankenswerther, als es mir nicht gelungen ist, hier ein Etablissement zu finden, welches zwei mir zu weiteren Versuchen übergebene halbe Wagenachsen aus Tiegelgufsstahl beziehungsweise „Feinkorneisen" der Bowling Iron & Steel C^o in Bradford zu Stäben hatte zertheilen können.*)

Die Versuche mit Krupp'schem Gufsstahl konnten erst beginnen, nachdem einzelne Abtheilungen der Versuchsmaschinen frei geworden waren; daher sind, wie aus den

Tabellen, geschlossen am 1. October 1874.

A. Versuche mit wiederholt gedehnten Stäben.
(Tabelle I bis III.)

Tabelle I. Eisen.

Sämmtliche Stücke sind mit schlanker Hohlkehle abgesetzt.

	1872/74 Westfälisches Eisen		Wöhler's Tab. X. Phönix-Eisen	
Nr.	Max.-Spannung p. □″ Ctr.	Zahl der Drehungen bis zum Bruch	Max.-Spannung p. □″ Ctr.	Zahl der Drehungen bis zum Bruch
1	480	4700	480	800
2	440	83199	440	106910
3	440	53230	—	—
4	400	136700	400	340853
5	400	159639	—	—
6	360	180800	360	409481
7	360	596089	360	480852
8	360	433572	—	—
9	320	280131	320	10141645
10	320	566344	—	—

Bemerkung. Die Stäbe 8, 9 und 10 zeigten Schweifsfugen.

Tabelle II. Stahl.

	1872/4 Stahl von Firth & Sons		1872/4 Stahl aus Krupp. Achsen		Wöhler's Tabelle XI. Stahl aus Krupp'schen Achsen	
Nr.	Max.-Spannung pr. □″ Ctr.	Zahl der Dehnungen bis zum Bruch	Max.-Spannung pr. □″ Ctr.	Zahl der Dehnungen bis zum Bruch	Max.-Spannung pr. □″ Ctr.	Zahl der Dehnungen bis zum Bruch
					800	18741
			640	81400	700	40286
1	600	83319	—	—	600	170000
2	550	168396	—	—	550	123170
3	500	133910	500	429000	500	473766
4	500	185680	—	—	—	—
5	500	360235	—	—	—	—
6	500	186005	—	—	—	—
7	490	103540	—	—	—	—
8	490	nach 12½ Mill. noch i. Betrieb	—	—	—	—
9	480	229230	—	—	480	nach 13½ Mil-
10	480	692543	—	—	460	nach 12½ lionen noch im Betrieb gewesen.
11	460	nach 12½ Mill. noch i. Betrieb	—	—	—	—

Bemerkung. Die Stäbe 1 und 2, ferner 5—11 sind schwach geglüht und sehr langsam erkaltet, 3 und 4 sind belassen, wie sie aus dem Walzwerk kamen.

*) Die beiden Achsstücke sind in Folge von Fallproben entstanden, welche der Vertreter obengenannter Company, Herr E. Albrecht dahier, unter Leitung des Herrn Civilingenieur Ziebarth und des Verfassers vornehmen liefs. Das recht günstige Resultat der Bruchversuche ist von Herrn Albrecht veröffentlicht.

Digitized by Google

Tabellen II Abth. 2, V Abth. 2 u. VIII Abth. 1 zu ersehen, bisher nur wenige Probestäbe zum Bruch gelangt.

Mit Maschine IV konnten nur wenige Versuche angestellt werden, da jedesmal nur 1 Stab eingelegt werden kann, während bei Apparat I deren 4, bei Apparat II, wie oben schon erwähnt, 6, bei Apparat III gleichfalls 6 Stäbe gleichzeitig geprüft werden können. Nichtsdestoweniger theile ich die spärlichen Resultate in Tabelle IX mit, weil durch dieselben die Aufmerksamkeit auf eine besonders gute Eigenschaft der Phosphorbronze geleitet werden dürfte.

Mit den vorstehenden Tabellen hängen die auf Bl. Q dargestellten Profile aufs innigste zusammen. Bezüglich seiner Tabelle I sagt nämlich Wöhler: „Die Zahl der Umdrehungen bis zum Bruch steigert sich entschieden im umgekehrten Verhältnifs mit der Spannung."

„Die Unregelmäfsigkeiten, welche dem Einfluss von Ungleichmäfsigkeiten des Materials zugeschrieben werden müssen, sind aber zu bedeutend, um aus dieser Reihe ein bestimmtes Gesetz herleiten zu können."

„Am gröfsten ist die Abweichung bei 220 Ctr. Belastung. Will man diese ignoriren, so ergiebt sich, dafs die Umdrehungszahlen im geometrischen Sinn stärker wachsen, als die Belastungen im arithmetischen Sinn abnehmen."

„Während bei der gröfsten Belastung auf ca. 24 Ctr. Spannungsdifferenz die Zahl der Umdrehungen sich verdoppelt, geschieht dies bei der niedrigsten Spannung auf 10 Ctr. Differenz."*)

Um mir die Sache klar zu machen, stellte ich diese Tabelle der Art dar, dafs ich die Belastungszahlen als Absciss-

Tabelle III Bronze und Rothguss.

Nr.	Max.-Spannung p □" Ctr.	Zahl der Drehungen bis zum Bruch	Nr.	Max.-Spannung pr. □" Ctr.	Zahl der Drehungen bis zum Bruch
a. Phosphorbronze (ungeschmiedet)			b. Phosphorbronze (geschmiedet)		
1	250	147850	—	—	—
2	200	408350	1	200	52900
	—	—	—	—	—
3	150	2731161	2	150	nach 2_{16} Mill. noch im Betrieb
4	125	1548920	3	125	1621300
5	125	2340000			

Bemerkung. Nr. 3 war sehr hart.

	c. Gewöhnliche Bronze			d. Rothguss	
	—	—	—	—	—
1	200	0	—	—	—
2	200	4200	1	200	0
3	150	6300	2	150	0
4	100	5447600		100	52000

Bemerkung. Nr. 1 zerriss bei Verkürzung der Zugstange, ehe die Spannung von 200 Ctr. erreicht war

Bemerkung. Nr. 1 und Nr. 2 zerrissen, ehe die resp. Spannungen von 200 und 150 Ctr. erreicht waren.

B. Versuche mit Stäben, welche wiederholt nach einer Seite gebogen sind. (Tabelle IV bis VI.)

Tabelle IV. Eisen.

	1872/4 Westfälisches Eisen		Wöhler's Tabelle V. Phönix-Eisen		Wöhler's Tab. VI Homogen. Eisen	
Nr.	Max.-Spannung pr. □" Ctr.	Zahl der Biegungen bis zum Bruch	Max.-Spannung pr. □" Ctr.	Zahl der Biegungen bis zum Bruch	Max.-Spannung pr □" Ctr.	Zahl der Biegungen bis zum Bruch
	—	—	550	169750	—	—
	—		500	420000	—	—
1	475	612065	—	—	$^{800}/_{400}$	475500
2	450	457229	450	481975	$^{700}/_{300}$	1234600
3	425	799543				
						Ist nach
4	400	1493511	400	1320000	400	34500000
5	360	3587509	360	4035400		Biegungen
				nach		noch im Betrieb gewesen.
			320	3420000		
			300	48200000		
				Biegungen noch im Betrieb gewesen		

Tabelle V. Stahl.

	1872/4 Stahl von Firth & Sons		1873/4 Stahl aus Krupp'schen Achsen.		Wöhler's Tabelle VII a. Stahl aus Krupp. Achsen.		Wöhler's Tab. VII b Stahl aus Achsen vom Bochumer Verein	
Nr.	Max.-Spannung pr. □" Ctr.	Zahl der Biegungen bis zum Bruch	Nr.	Max.-Spannung pr. □" Ctr.	Zahl der Biegungen bis zum Bruch	Max.-Spannung pr. □" Ctr	Zahl der Biegungen bis zum Bruch	Max.-Spannung pr. □" Ctr.	Zahl der Biegungen bis zum Bruch
								700	104300
						—	—	600	317275
1	575	281856	1	575	443800	—	—	—	—
2	550	266556	2	550	423400	550	1762300	550	613600
	—	—	3	525	513000	525	1031200	—	—
	—	—	—	—		520	1477400	—	—
3	500	1479908	4	500	1177400	500	5234200	500	729400
							nach		
	—	—	—	—		500	40_{16} Mill noch im Betrieb verblieb.	500	1499600
4	475	578323	5	475	1185100	-	—	—	—
					nach				war nach
5	450	5640596	6	450	1_{17} Mill noch im Betrieb	-	—	450	43 Mill. noch im Betrieb verblieben.
		nach							
6	450	13_{17} Mill. noch im Betrieb	—	—	—	—	—	—	—
					nach				
			7	425	1_{17} Mill. noch im Betrieb	—	—	—	—

Die Stäbe 1 — 5 incl. sind schwach ausgeglüht und sehr langsam erkaltet

Stab Nr 6 wurde nicht geglüht.

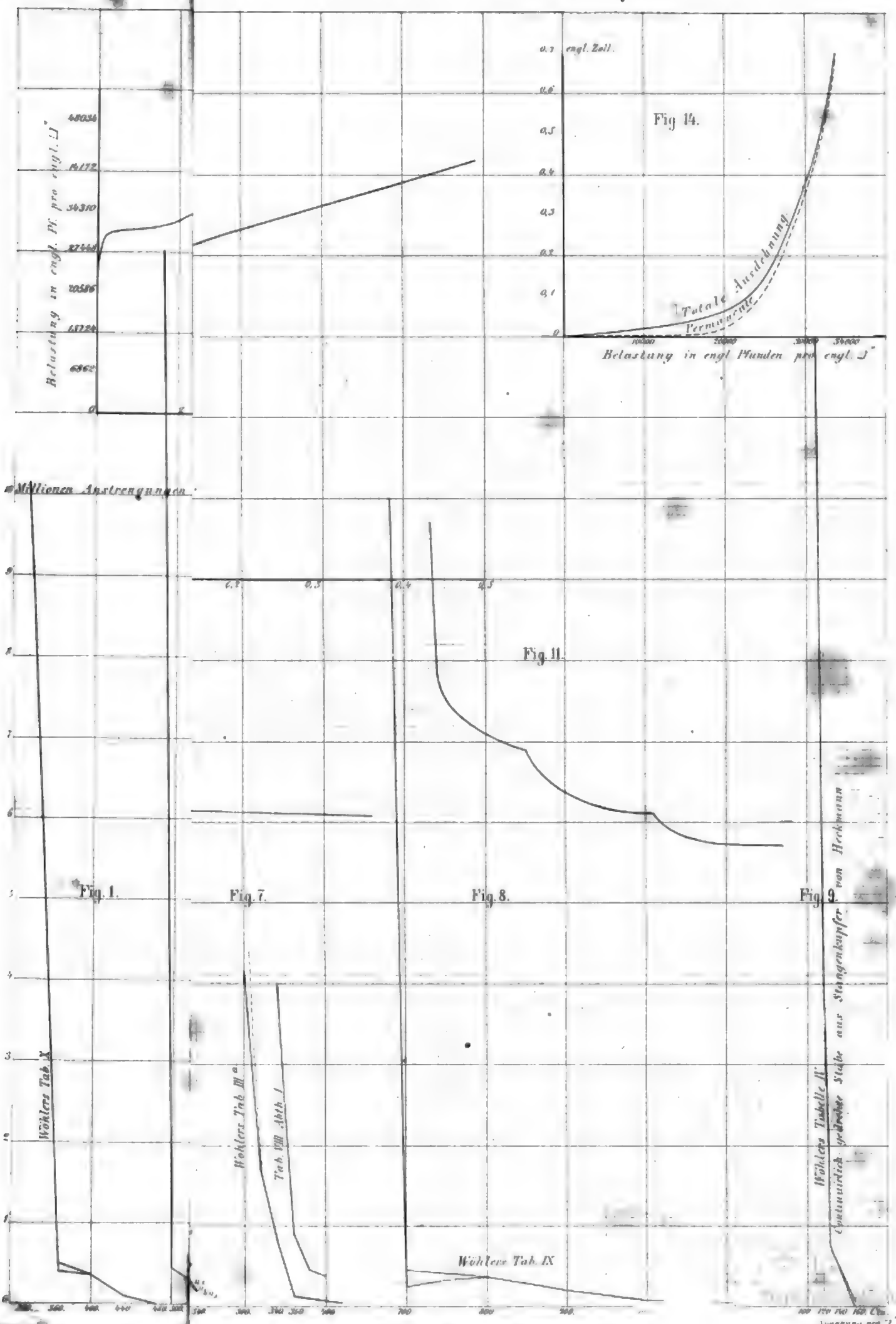
Nr. 5 hatte eine bleibende Durchbiegung erhalten und würde trotzdem vielleicht noch 30000—40000 Biegungen ausgehalten haben, wenn nicht beim Verkürzen der Zugstange eine Unvorsichtigkeit vorgekommen wäre.

Tab. VI. Bronze und Rothguss.

	Phosphorbronze		Gewöhnliche Bronze			Rothguss		
Nr.	Max.-Spannung pr. □" Ctr.	Zahl der Biegungen bis zum Bruch	Nr.	Max.-Spannung pr. □" Ctr.	Zahl der Biegungen bis zum Bruch	Nr.	Max.-Spannung pr. □" Ctr.	Zahl der Biegungen bis zum Bruch
1	200	862980	1	200	102650	1	200	253100
2	180	8151811	2	180	151310	2	180	1934400
3	150	5075160	3	150	837760	3	150	nach 5_{16} Mill. noch i. Betr.
4	120	nach 10Mill. noch i. Betr.	4	120	nach 10_{16} Mill. noch i. Betr.	—	—	—

*) Zeitschr. f. Bauwesen Jahrg. 1863, S. 240. al. 6.

Digitized by Google


Belastung in engl. Pf. pro engl. □"
Millionen Anstrengungen
Wöhlers Tab. X
Fig. 1.
Wöhlers Tab. III a
Tab. VIII Abth. I
Fig. 7.
Wöhlers Tab. IX
Fig. 8.
engl. Zoll.
Totale Ausdehnung
Permanente
Belastung in engl Pfunden pro engl. □"
Fig. 14.
Fig. 11.
Wöhlers Tabelle II
Continuirlich gedrehte Stäbe aus Stangenkupfer von Heckmann
Fig. 9.

Digitized by Google

sen, die Umdrehungszahlen bis zum Bruch als Ordinaten eines Profils auftrug. Auf solche Weise entstand das in Fig. 6, Bl. Q dargestellte Polygon, welches man sich leicht als einer Curve eingeschrieben denken kann, wenn man den als unwahrscheinlich bezeichneten Punkt u (für die Abscisse $= 220$) vernachlässigt und den Endpunkt der Ordinate von 240 mit dem der Ordinate von 200 direct verbindet. Es ist aber sofort zu erkennen, dafs keine Nothwendigkeit vorliegt, den Punkt u als zu hoch gelegen anzusehen; denn man würde, wenn u_1 als zu niedrig angesehen wird, dennoch zu einer Curve gelangen, welche mit der in Fig. 10 dargestellten übereinstimmt. — Endlich kann man u als „Rückkehrpunkt" ansehen, wenn allenfalls die Curve der Form nach mit Fig. 11 Aehnlichkeit haben sollte. Welche von diesen 3 möglichen Annahmen aber die gröfsere Wahrscheinlichkeit für sich habe, läfst sich nur dadurch ermitteln, dafs man mehre, wenigstens 3 vollständige Versuchsreihen mit demselben Material aufstellt, anstatt sich nach Wöhler's Vorgang mit einer einzigen Reihe zu begnügen, welcher nur hier und da — um grofse Zweifel zu lösen — ein und dieselbe Spannung 2 oder 3 mal angewendet hat. Da ich später mehrmals auf diese Curven zurückkommen werde, beschränke ich mich hier auf die Angabe, dafs ich die interessantesten der vorstehenden Tabellen in den Figuren 1—9 auf Bl. Q aufgetragen habe, wobei für die Abscisse die kleine Quadratseite $= 10$ Ctr. Spannung pro preufs. Quadratzoll,*) für die Ordinaten dagegen $= 100000$ Anstrengungen angenommen wurde, und gehe nun zur Besprechung der Tabellen sammt zugehörigen Profilen über.

1) Ueber Tab. I habe ich mich bereits oben ausgesprochen.

2) Tab. II zeigt eine auch von Wöhler beobachtete Ungleichmäfsigkeit des Werkzeugstahls von Firth und Söhne, was auffallend erscheint, wenn man die grofse Regelmäfsig-

C. Versuche mit belasteten und continuirlich gedrehten Stäben. (Tabelle VII und VIII.)

Tabelle VII. Eisen.

Nr.	1872/4 Englisches Spindeleisen: Max.-Spannung pr. □″ Ctr.	1872/4 Englisches Spindeleisen: Zahl der Umdrehungen bis zum Bruch	Wöhler's Tab I. Phönix-Eisen: Max.-Spannung pr. □″ Ctr.	Wöhler's Tab I. Phönix-Eisen: Zahl der Umdrehungen bis zum Bruch	Wöhler's Tab. II. Homogen. Eisen: Max.-Spannung pr □″ Ctr.	Wöhler's Tab. II. Homogen. Eisen: Zahl der Umdrehungen bis zum Bruch
	—	—	—	—	380	31586
1	340	u_1 204200	—	—	340	94311
2	340	u_2 204400	—	—	—	—
3	340	u_3 147800	—	—	—	—
	(348)		—			
4	320	402900	320	56430	—	—
5	320	911100	—	—	—	—
6	320	503500	—	—	—	—
7	300	384800	300	99000	300	161262
8	300	1035800	—	—	—	—
9	300	1064700	—	—	—	—
10	280	979100	280	183145	280	464786
11	280	1337700	—	—	—	—
12	280	1066000	—	—	—	—
13	260	1142600	260	479490	260	636500
14	260	595910	—	—	—	—
15	240	nach $6_{,,}$ Mill. noch i. Betrieb	—	—	—	—
16	240	3823200	240	909810	240	3930150
			220	3632568		
17	200	nach $8_{,,}$ Mill noch i. Betrieb	200	4917992	—	—
18	200	nach 4 Mill. noch i. Betrieb	—	—	—	—
			180	19186791 nach 132 Mill. noch im Betrieb geblieben.		
			160			

Tabelle VIII. Stahl.

Nr.	1873/4 Stäbe aus Krupp'schen Achsen: Max.-Spannung pr. □″ Ctr.	1873/4 Stäbe aus Krupp'schen Achsen: Zahl der Umdrehungen bis zum Bruch	Wöhler's Tabelle III a. Stäbe aus Achsen v. Krupp geliefert 1862: Max.-Spannung pr. □″ Ctr.	Wöhler's Tabelle III a. Stäbe aus Achsen v. Krupp geliefert 1862: Zahl der Umdrehungen bis zum Bruch	Wöhler's Tab. III Stäbe aus Achsen des Bochumer Vereins, geliefert 1863: Max.-Spannung pr. □″ Ctr	Wöhler's Tab. III Stäbe aus Achsen des Bochumer Vereins, geliefert 1863: Zahl der Umdrehungen bis zum Bruch	Wöhler's Tab. III. Stäbe aus Achsen von Borsig, geliefert 1863.: Max.-Spannung pr. □″ Ctr.	Wöhler's Tab. III. Stäbe aus Achsen von Borsig, geliefert 1863.: Zahl der Umdrehungen bis zum Bruch
	—	—	420	55100	—	—	—	—
1	400	367400	—	—	—	—	—	—
2	380	428250	—	—	—	—	380	157700
3	360	925800 war nach	360	127775	360	127775	360	239875
4	340	$4_{,,}$ Mill noch im Betrieb	340	797525	340	342850	340	553850
5	320	nach $4_{,,}$ Mill noch i. Betr.	320	642675	320	627000	320	1373225
—	—	—	320	1668580	320	20467780		
—	—	—	320	3114160	—	—		
6	300	nach 5 Mill. noch im Betrieb	300	4163375	300	2845250	300	1023625
			300	45050640	300	ist nach 57 Mill. noch im Betrieb gewesen		
					280	3558700		

D. Versuche mit Stäben, welche wiederholt nach 2 Richtungen gebogen sind.

Tabelle IX.

Material	Nr.	Maximal-Spannung pro □″ Ctr.	Zahl der Verwindungen bis zum Bruch
1872/4 Westfäl. Eisen	1	240	431306
- Gufsstahl von Firth & Sons	2	240	nach 6497800 aufser Betrieb gesetzt
- Geschmiedete Phosphorbronze	3	240—320	nach 14916800 aufser Betrieb gesetzt
- desgl.	4	300—360	4032680
- desgl.	5	360	nach 1301600 noch im Betrieb
Wöhler's Tab. XIII. Gufsstahl v. Krupp		260	1007550
aus dem Jahre 1862		240	869700

Bemerkungen.

Stab Nr 3 hat bei 240 Ctr. Spannung ausgehalten: 7743000 Verw.
ferner bei 300 - - - 3991800 -
ferner bei 320 - - - 3180000 -
Sa. 14916800 Verw.

und wurde aufser Betrieb gesetzt, weil der Dynamometer keine stärkere Spannung zuliefs.

Stab Nr 4 hat einen geringeren Durchmesser als Nr. 3 und bei 300 Ctr. Spannung ausgehalten 1000000 Verwindungen,
ferner bei 320 - - - 1200000 -
- - 340 - - - 800000 -
endlich - 360 - - - 1032680 -
Sa. 4032680 Verwindungen bis zum Bruch.

*) Ich habe noch Zollcentner und Quadratzoll beibehalten, einmal, weil es Wöhler gethan, und dann, weil die Reduction auf metrisches Maafs und Gewicht mich in Collision mit einigen Versuchsmaschinen gebracht hätte, welche nach Zollen construirt sind. Bei der in den Text aufgenommenen Fig. 1 ist z. B. die Entfernung der Stützpunkte $aa_1 = 80$ Zoll.

Digitized by Google

keit der Bruchfläche (siehe Fig. 1 und 2)*) in Betracht zieht; diese Ungleichmäfsigkeit rührt meiner Ansicht nach nur daher, dafs der betreffende Stahl einen grofsen Kohlengehalt besitzt und eben für Werkzeuge, nicht aber für Achsen oder Schienen etc. bestimmt ist. Aus letzterem Grunde habe ich diese Sorte Stahl der continuirlichen Drehung nicht unterworfen.

Beim Abdrehen der Stäbe 3 und 4, (der ersten in dieser Versuchsreihe) hatte sich eine sehr ungleichmäfsige Härte bemerklich gemacht, welche ich der ungleichmäfsigen Behandlung der Stäbe nach dem Auswalzen zuschrieb; ich liefs daher die übrigen Stahlstücke vor der Bearbeitung schwachroth ausglühen und dann unter heifser Asche mit dieser langsam erkalten, wodurch allerdings die Härte, nicht aber die Widerstandsfähigkeit gleichmäfsiger wurde.

3) Aus Tab. III und Tab. VI ist ersichtlich, dafs die Phosphorbronze des Dr. Künzel eine bei weitem gröfsere Widerstandsfähigkeit besitzt, als gewöhnliche Bronze und Rothguís. Die geschmiedete, d. h. kalt geschlagene Phosphorbronze scheint keine wesentlich gröfsere absolute Festigkeit zu besitzen, als die gegossene; wohl dürfte dies aber bei Druckbeanspruchung der Fall sein.

Die „geschmiedete" Phosphorbronze zeigt einen hoch zackigen Bruch (siehe Fig. 10), während die gegossene (Fig. 5 u. 6) hinsichtlich des Bruch-Aussehens dem Gufsstahl ähnlich ist, was eine grofse Gleichmäfsigkeit des Materials andeutet.

Gewöhnliche Bronze (Fig. 7 u. 8), sowie Rothguís ähneln mehr dem Eisen (Fig. 3 u. 4). — Der Rothguís läfst sich in Bezug auf absolute Festigkeit kaum als Concurrenzmetall der Phosphorbronze, ja selbst nicht der gewöhnlichen Bronze annehmen; günstiger gestaltet sich das Verhältnifs nach den Biegungsversuchen. Während bei Axialbelastung die gewöhnliche Bronze und der Rothguís mit 200 resp. 150 Ctr. Maximal-Faserspannung schon beim Verkürzen der Zugstange brachen, hielten sie bei transversaler Belastung unter gleicher Maximal-Faserspannung mehrere Hunderttausende, ja selbst Millionen Anstrengungen aus. Aus diesem Umstand wird man leicht erkennen, wie wenig es erlaubt ist, bei gewissen Metallen aus dem Verhalten derselben bei der einen Belastungsweise zu folgern, dafs ihr Verhalten bei anderer Beanspruchung dasselbe sein werde. Aus diesem Grunde kann ich mich mit Wöhler, trotz seiner Versuche, noch nicht einverstanden erklären, wenn er (Zeitschr. f. Bauw. 1870, S. 85, al. 11 u. 12) sagt, es genüge völlig, wenn directe Versuche nur mit einer Art der Festigkeiten angestellt würden und man daraus die entsprechenden Werthe für die übrigen Arten von Festigkeiten durch Rechnung herleite, so wie, dafs die Zugfestigkeit, welche allen anderen zu Grunde liege, für die directen Versuche unzweifelhaft am passendsten sei.**)

Durch Tab. IX wird mein oben ausgesprochener Zweifel vollständig gerechtfertigt. Vergleicht man nämlich Tab. III mit Tab. I und II, so zeigt sich, dafs Phosphorbronze bei 250 Ctr. Spannung noch nicht so viel Dehnungen aushält, wie Phönix- oder westfälisches Eisen bei 400 Ctr. und Stahl bei 600 Ctr. Vergleicht man Tabelle VI mit Tabelle IV und V, so findet man, dafs Phosphorbronze bei 200 Ctr. Spannung nicht so viele Biegungen verträgt, als westfälisches, Phönix- oder Homogen-Eisen bei 400 und Stahl bei 500 Ctr. Vergleicht man aber die Verwindungszahlen des, ich möchte sagen verzweifelt langen Versuchs Nr. 3 mit denen der beiden letzten Stäbe aus Wöhler's Tab. VIII und mit Nr. 1, so ergiebt sich, dafs Phosphorbronze eine bei weitem gröfsere Torsions-Festigkeit besitzt, als Krupp'scher Gufsstahl vom Jahre 1862 und westfälisches Eisen. Dies Resultat war mir so überraschend, dafs ich, irgend einen günstigen Zufall voraussetzend, den Versuch 3 unterbrach, um mit einem neuen Stab den Versuch 4 anzustellen. Trotz des übereinstimmenden Resultates war ich noch nicht gläubig geworden und stellte daher den Versuch 5 an, welcher die Richtigkeit der vorhergehenden bestätigt. Nichtsdestoweniger werde ich meine betreffenden Versuche und zwar auch mit ruhender Last fortsetzen, theils weil ich es für eine Pflicht gegenüber dem Herrn Fabrikanten halte, theils weil ich der Technik dadurch möglicher Weise einen sehr grofsen Dienst leiste. Bestätigen nämlich, wie ich nicht zweifle, 10 oder 12 weitere Versuche die vorausgegangenen, dann dürfte Phosphorbronze, welche dem Angriff des Seewassers viel weniger unterworfen ist, wie Eisen und Stahl, bei unserer Marine eine ausgedehnte Verwendung zu den Achsen der Schraubendampfer finden.*)

Die Profile der Tabelle VI sind in Fig. 5 auf Bl. Q aufgetragen. Von diesen scheint das der gewöhnlichen Bronze am normalmäfsigsten und beweist, dafs das Vergleichungsmaterial nicht von schlechter Beschaffenheit war, was nicht ohne einiges Gewicht ist, da hier nur vergleichende Versuche angestellt wurden. Nach der Broschüre des Dr. Künzel „Ueber Axenlager" Seite 10 (siehe Polytechnisches Centralblatt vom 1. Januar 1874) saigert, wenn man Phosphorbronzelager bei gelindem Feuer bis zu schwacher Rothgluth erhitzt, eine sehr weiche Legirung aus Zinn und Blei aus, während das Skelett des Lagers als eine harte schwammartige Masse zurückbleibt. Vielleicht liefse sich aus diesem Umstand das so vorzügliche Verhalten der Phosphorbronze bei der Torsion nach zwei Richtungen erklären.

4) Tabelle IV ist bezüglich der beiden ersten Abtheilungen in Fig. 3 aufgetragen und es zeigen die beiden Polygone eine ziemlich gute Uebereinstimmung, wenn man von meinem Stab 1 abstrahirt, dessen Biegungszahl offenbar zu grofs ist.

5) Die 3 ersten Abtheilungen der Tab. V sind in Fig. 4 dargestellt. Ich mache jetzt schon darauf aufmerksam, dafs das Profil der Abtheilung 1 grofse Aehnlichkeit besitzt mit dem von Wöhler's Tabelle VII*, da ich später hierauf zurückkommen werde. Der englische Stahl von Firth scheint eine um circa 20 Ctr. pro □" geringere relative Festigkeit zu besitzen, als der ältere Gufsstahl von Krupp; wie sich der

*) Diese wie die Figuren-Angaben ohne Blattbezeichnung in 3) beziehen sich auf ein Blatt Zeichnungen von Bruchflächen, welches dem erst im folgenden Hefte erscheinenden Schlufs dieser Abhandlung beigegeben werden wird. D. R.

**) Vergl. Winkler's Lehre von der Elasticität und Festigkeit S. 33, al. 1: „Der Festigkeitscoëfficient für Druck ist beim Schmiedeeisen und Stahl ungefähr ⅔ von dem für Zug, bei Gufseisen aber etwa 6 mal so grofs." Dann al. 4: „Der Festigkeitscoëfficient für Druck ist beim Kupfer etwa 2½, beim Messing 8 mal so grofs als der für Zug." Ferner S. 34. . . . „es wird, wenn man für alle Belastungsweisen eine bestimmte Bruchsicherheit wählt, der Sicherheitscoëfficient gar nicht für alle Belastungsweisen und Körperformen constant sein."

*) Da die Phosphorbronze anfängt sich in der Technik Bahn zu brechen, mache ich am Schlusse in einem Anhange einige Mittheilungen über anderwärts angestellte Festigkeitsversuche.

Digitized by Google

neuere zu demselben verhalten wird, läfst sich erst beurtheilen, wenn die Stäbe 6 u. 7 gebrochen sind; indessen scheint er gleichmäfsiger zu sein.

6) Tabelle VII wird in ihren 3 Abtheilungen durch Fig. 6 dem Auge vorgeführt. Während die beiden ersten Profile grofse Regelmäfsigkeit und eine gröfsere Festigkeit des Homogen-Eisens gegenüber dem Phönix-Eisen zeigen, läfst sich leider aus der, meine Versuche mit Spindeleisen darlegenden 1. Abtheilung kaum ein Profil herausfinden, nachdem man die sämmtlichen den Stabnummern 1—18 entsprechenden Punkte u_1 bis u_{16} aufgetragen hat. Nach meinem oben ausgesprochenen Grundsatze habe ich von der Spannung = 340 Ctr. bis herab zu 280 Ctr. eine dreifache, bei den weiteren, niedrigeren Spannungen eine doppelte Versuchsreihe, auch behufs leichterer Interpolation die Spannungsdifferenzen einander gleich und = 20 Ctr. angenommen. Ich hatte gehofft, ein recht regelrechtes, mit Fig. 10 übereinstimmendes Polygon zu erhalten, wenn ich die arithmetischen Mittel aus je 3 zusammengehörigen Umdrehungszahlen nähme, sah mich aber in dieser Erwartung getäuscht. Die so sehr verschiedene Höhenlage der zu ein und derselben Spannung gehörenden Punkte rührt nicht allein von Ungleichmäfsigkeit des Eisens, sondern auch und wahrscheinlich zum gröfsten Theil von der Mangelhaftigkeit in der Zählung der Umdrehungen her. Es wird nämlich jede der 3 Achsen der auf Seite 477 skizzirten Maschine III durch eine Treibschnur gedreht, und da weder die 3 Schnurläufe der Achsen, noch die der Transmission gleiche Durchmesser haben, so ist die Umdrehungsgeschwindigkeit bei jeder der Achsen eine andere. Um dieselbe zu bestimmen, verband ich zeitweise und nach einander mit jeder der Schnurscheiben einen Zählapparat und ermittelte nun durch Vergleichung mit dem Hubzähler der Transmission die 3 Coëfficienten, mit welchen die Umdrehungszahlen der letzteren multiplicirt werden mufsten, um die respectiven Umdrehungen der Achsen zu berechnen.

Je nachdem man aber diese Coëfficienten aus den Umlaufszahlen eines Tages oder einer Woche berechnete, ergaben sich Differenzen bis zu 20 %, welche daher rühren, dafs zeitweise ein Schleifen der Darmsaite auf der Schnurscheibe oder selbst ein Stillstehen der Achsen stattfand, wenn es an Schmiere mangelte. Begünstigt wurden diese Unregelmäfsigkeiten noch dadurch, dafs jede Achse 2 Probestäbe trägt, denen ungleichmäfsige Belastung zu geben sich oft nicht vermeiden liefs, wodurch dann die Lager b und b_1 ungleich belastet waren und sich ein „Ecken" der Achse bemerklich machte. Da nun mein Gehilfe den gröfsten Theil des Tages in der Akademiewerkstätte mit Abdrehen und Hobeln von Probestäben beschäftigt, also nicht immer im Versuchslocal gegenwärtig ist, so können möglicherweise einzelne Achsen stundenlang gestanden haben, während das Zählwerk weiter ging, wodurch es geschah, dafs schliefslich nach erfolgtem Bruch zu hohe Umdrehungszahlen notirt wurden. — Sobald ich mich selbst durch die Versuche von der Ungenauigkeit derselben überzeugt hatte, beantragte ich die Anschaffung von 3 speciellen Zählwerken für die 3 respectiven Achsen und es sind dieselben seit Juni dieses Jahres angebracht. Die letzten 2,7 Millionen der Nummern 16, 17 und 18 sind dadurch richtig gezählt, ebenso die letzten 2,3 Millionen von Stab Nr. 16.

Es handelt sich nun darum, von den verschiedenen Punkten u diejenigen auszumerzen, welche einem einigermaafsen wahrscheinlichen Profil entgegen sind.

u_1 und u_2 stimmen gut untereinander überein, aber Stab 3 darf nicht mit 340 Ctr. Spannung in Rechnung gebracht werden, sondern mit 348 Ctr., da er in der Hohlkehle gebrochen ist, wodurch sich die Maximal-Faserspannung um 8 Ctr. erhöhte.

Mit Rücksicht auf Wöhler's sehr regelmäfsig ansteigende Tabelle I dürfen u_6 als zu hoch und u_7 als zu tief eliminirt werden und zwar um so mehr, als u_4 und u_8, dann u_5 und u_9 nahe bei einander liegen.

Die Punkte u_{10}, u_{11} und u_{12} stehen nicht gar zu weit von einander ab, jedoch habe ich u_{11} aus oben angeführten Gründen ausgeschieden.

Ob u_{13} oder u_{14} richtiger sei, läfst sich bei nur 2 Versuchen nicht entscheiden, ich habe indefs u_{13} als den Punkten u_{10} und u_{12} näher liegend beibehalten, ebenso u_{16}. Auf solche Weise ist das Profil rechts in Fig. 6 entstanden.

Will man aber mit Rücksicht auf die möglichen Zählfehler überall nur die niedrigsten Punkte beibehalten, so entsteht ein Profil u_2, u_7, u_{14}, u_{16}', welches als nicht unwahrscheinlich erscheint. Jedenfalls sind aber durch fernere Versuche die dermalen noch existirenden Zweifel zu beseitigen.

7) Bezüglich Tabelle VIII habe ich zu bemerken, dafs ich nur die beiden ersten Abtheilungen in Fig. 7 aufgetragen habe, da Abtheilung 3 = Wöhler's Tab. III* zu grofse Sprünge macht und die 4. Abtheilung mit der vorhergehenden nicht übereinstimmt.

Wie aus Fig. 7 ersichtlich, sind die beiden Profile einander ähnlich, nur liegt das Polygon des neueren Krupp'schen Stahls bei weitem höher, als das des älteren, woraus man auf nicht unbedeutende Fortschritte in der Formation dieses Gufsstahls schliefsen kann.

8) In Nr. 6 habe ich meine 3fache, beziehungsweise doppelte Versuchsreihe der Tabelle VII einer eingehenderen Untersuchung unterworfen, weil ich in meinem officiellen Bericht für das Jahr 1873 die Hoffnung ausgesprochen, dafs es durch mehrfache Versuchsreihen wohl gelingen dürfte, die Gleichungen der die Profile der einzelnen Materialien einhüllenden Curven aufzustellen.

Wenngleich nun diese Hoffnung noch nicht erfüllt ist, so ist sie doch noch nicht aufgegeben. Ich bezwecke mit dieser Curve Folgendes:

Die gewissenhaften und ausgedehnten Versuche Wöhler's sind, wie schon früher erwähnt, zum grofsen Theil mit Eisen aus Bündelachsen der Gesellschaft Phönix, einem Material, welches jetzt gar nicht mehr fabricirt wird, dann mit Achsen-, Werkzeug- und Gufsfederstahl angestellt, Materialien aber, wie sie der Bauingenieur zu Blech- und Fachwerkbrücken etc. verwendet, sind gar nicht oder nur sehr spärlich zur Verwendung gekommen; ferner sind die 10 Versuche mit continuirlich gedrehten Stäben aus Krupp'schen Eisenbahnschienen (Zeitschr. f. Bauw. 1866, S. 78) durchaus nicht maafsgebend, weil Schienen auf solche Weise nicht beansprucht werden. Das Fehlen von Versuchen nach der angegebenen Richtung hin kann man nicht als Lücke in den Versuchen Wöhler's bezeichnen, da er ja seine speciellen Zwecke vor Augen hatte; aber es dürfte, wie ich bereits in meinem Jahresbericht pro 1872 ausgesprochen, an der Zeit sein,

Digitized by Google

auch das Material des Brückeningenieurs einer Prüfung nach der Wöhler'schen Methode zu unterwerfen.

In meinem Vorsatz, wenn möglich solche Specialversuche anzustellen, wurde ich durch einen von Herrn Professor Launhardt im Architekten- und Ingenieur-Verein zu Hannover gehaltenen Vortrag über die „Inanspruchnahme des Eisens" bestärkt.*) Die deutschen Ingenieure bekamen da arge Vorwürfe zu hören, dafs sie Wöhler's Versuche bisher so wenig benutzt und damit sich einer Vergeudung des Brückenmaterials schuldig gemacht haben. Der Vortragende bezeichnete diejenige Spannung, bei welcher durch zahllos wiederholte Anstrengungen der Bruch nicht mehr erreicht wird, als „Arbeitsfestigkeit" s des Materials; — Ursprungsfestigkeit u dagegen wird diese genannt, wenn das beanspruchte Material nach jeder Anstrengung in den spannungslosen Zustand zurückgeben kann und nicht in einer Minimalspannung zurückgehalten wird.

Professor Launhardt sieht nun die Arbeitsfestigkeit als Funktion der Bruchfestigkeit b, der Ursprungsfestigkeit u, sowie des Quotienten $\frac{S\,\text{min}}{S\,\text{max}} > \frac{\text{Eigengewicht}}{\text{Gesammtlast}}$ an und stellt die Formel $s = u\left(1 + \frac{b-u}{u} \cdot \frac{S\,\text{min}}{S\,\text{max}}\right)$ auf.

Mit zu Grundelegung der Wöhler'schen Werthe für b und u wird für Gufsstahl:

$$s = 500\left(1 + \frac{6}{5} \cdot \frac{S\,\text{min}}{S\,\text{max}}\right) \text{ in Ctr. pro } \square\text{Zoll},$$

und für Schmiedeeisen:

$$s = 300\left(1 + \frac{5}{6} \cdot \frac{S\,\text{min}}{S\,\text{max}}\right).$$

Diese Formeln haben gewifs ihren practischen Werth; es würde aber sicherlich das Zutrauen zu denselben gröfser sein, wenn die Zahlenwerthe aus directen Versuchen mit Brückenbaumaterial abgeleitet wären.

Wöhler's Versuche haben über 12 Jahre gedauert, und eben so viel Zeit würde man brauchen, um für Brückenmaterial die jenen parallel laufenden Versuche zu vollenden. Bedeutend abgekürzt würde diese Zeit, wenn es gelänge, die oben erwähnte Gleichung der Umhüllungscurve für ein als besonders gut anerkanntes Brückenmaterial zu bestimmen. Man brauchte alsdann für ein anderes, auf gleiche Weise erzeugtes Material nur wenige Versuche mit hohen, den Bruch in verhältnifsmäfsig kurzer Zeit herbeiführenden Spannungen anzustellen, um ein Urtheil über dessen Güte, Gleichmäfsigkeit und Widerstandsfähigkeit zu erlangen. — Nehmen wir die in Fig. 6 auf Bl. Q aufgetragene Wöhler'sche Tabelle I als solche „Normalcurve" an, so erkennt man sofort aus der Figur, dafs das zweite, dem Homogen-Eisen zugehörende Polygon einem festeren Material angehört, als das erstere, so wie dafs das letztere bei 240 Ctr. Spannung gerade so viele Umdrehungen zeigt, wie das erstere bei 210 Ctr.; es dürfte also die Behauptung, dafs die Arbeitsfestigkeit des Homogeneisens wenigstens = 190 Ctr. angenommen werden könne, während sie beim Phönix-Eisen = 160 Ctr. ist, nicht sehr gewagt sein. Wenn aber dies schon aus zwei in sehr kleinem Maafsstabe aufgetragenen Profilen erhellt, so dürfte das Urtheil ein um so sichereres sein, wenn die Normalcurve bekannt wäre. Für den gegebenen Zweck genügt es, eine Interpolationsformel anzuwenden.

Offenbar nehmen die Umdrehungszahlen u eines Materials ab, wenn die Spannungen s steigen, und umgekehrt. Man kann also $u = f\left(\frac{1}{s}\right)$ annehmen. Substituirt man in die bekannte Formel:

$$y = A + B_x + C_x^2 + D_x^3 + \ldots \quad u \text{ für } y \text{ und } \frac{1}{s} \text{ für } x,$$

so hat man $u = A + B\frac{1}{s} + \frac{C}{s^2} + \frac{D}{s^3} \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (1)$

Läfst man diese Reihe z. B. beim 4ten Gliede abbrechen, so könnten durch 4 Versuche die Gröfsen A, B, C, D bestimmt und in obige Gleichung (1) eingeführt werden. Lägen aber 8, 12, 16 und mehr Versuche vor, dann würde man durch die Methode der kleinsten Quadrate die Coëfficienten A, B, C, D mit genügender Sicherheit bestimmen können, wobei zu bemerken, dafs für $s = \infty$, die Gröfse $u = 0$ und darum auch $A = 0$ angenommen werden mufs.*)

Da nun die Versuche zeigen, dafs u weder im einfachen noch quadratischen Verhältnifs wächst, wenn s arithmetisch abnimmt, so müssen wenigstens 3 Glieder angenommen werden, wodurch die Gleichung (1) übergeht in

$$u = \frac{B}{s} + \frac{C}{s^2} + \frac{D}{s^3} \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (2).$$

Will man sich der Interpolationsformel von Newton oder Lagrange bedienen, so ist es zweckmäfsiger, in Gl. (1) $y = \frac{1}{u}$ und $x = s$ zu setzen — wodurch die Gleichung $as^3 + bs^2 + cs = \frac{1}{u}$ erhalten wird — weil man alsdann die bei den Versuchen anzuwendenden aufeinander folgenden Werthe von s, nämlich s_1, s_2, s_3, ..., wie ich in Tabelle VII und VIII gethan, in gleichen Abständen annehmen und dadurch die Rechnung vereinfachen kann. Ob die so gefundene Reihe gut genug convergirt, um aus vielen, kürzere Zeit dauernden Versuchen die Constanten B, C, D so genau zu bestimmen, dafs die Gleichung auch über die Grenzen der Versuchsreihe hinaus brauchbare Werthe für u giebt, läfst sich a priori gar nicht, jedenfalls nicht eher bestimmen, als bis eine genügende Anzahl von vielfachen Versuchsreihen vorliegt, durch welche es dann auch möglich würde, den Sicherheitscoëfficienten, welchen Wöhler $= \frac{1}{2}$, Launhardt $= \frac{1}{3}$ annimmt, mit etwas weniger Willkür zu bestimmen.

9) Die oben Seite 478 mitgetheilte Wöhler'sche Tabelle bedarf, wie aus der nachfolgenden Erörterung hervorgehen wird, noch einer sorgfältigen Revision. Betrachten wir zunächst die 1. Abtheilung jener Tabelle:

bei Eisen $\left\{\begin{array}{ccc} \text{zwischen} + 160\,\text{Ctr. und} & -160\,\text{Ctr.} & \\ - \quad +300 \quad - & - \quad 0 & \\ - \quad +400 \quad - & - \quad +240 \quad - & \end{array}\right\}$ Faserspannung pro $\square''$

Die beiden Grenzen + 160 und — 160 stammen aus Wöhler's Tabelle I für continuirliche Drehung und Phönix-Eisen; die entsprechende Umdrehungszahl $132\frac{1}{4}$ Million ist als „unbegrenzte" Dauer angenommen. Wenn nun nach Wöhler (Zeitschr. f. Bauw. 1858, S. 446) die gröfste Dauer

*) Zeitschr. des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover 1873, Heft II.

*) Da für $s = \infty$, $u = 0$ und für $s = 0$, $u = \infty$ werden mufs, so zeigt es sich, dafs die Curve 2 Asymptoten hat.

Digitized by Google

einer Achse mit Rücksicht auf die Abnutzung der Schenkel auf 200000 Meilen angenommen werden kann und der Umfang eines Rades nahezu = 10′ gesetzt wird, so macht ein Rad pro Meile 2400, also bis zur Abnutzung der Schenkel 480 Millionen Umdrehungen. Ob nun der Stab Nr. 9 der Wöhler'schen Tabelle Nr. 1 nach seinen 132 Millionen Umdrehungen noch weitere 348 Mill. aushalten würde, ist ungewifs, jedoch wahrscheinlich, da die gröfseren Umdrehungszahlen bei aequidifferenten Spannungen in einem höheren, als dem quadratischen Verhältnifs wachsen und die Umdrehungszahl des Stabes Nr. 8 = 19 Millionen ist. Für Achsendrehung will ich also diese Grenzen gelten lassen, nicht aber für achsalen Druck und Zug, wie bei Kurbelstangen etc., indem nach Wöhler's Tab. X ein Stab aus Phönix-Eisen bei einer Faserspannung von 320 Ctr. schon nach $10_{,1}$ Million Dehnungen gerissen ist, also bei abwechselnder Zug- und Druckspannung von je 160 Ctr. jedenfalls keine 10 Millionen ausgehalten hätte. Wenn also in der auf Seite 479 angeführten Tabelle mit Rücksicht auf zweifache Sicherheit allgemein für nach beiden Richtungen angestrengtes Schmiedeeisen und unbegrenzte Dauer die zulässige Faserspannung gleich 80 Ctr. pro □Zoll angegeben wird, so kann man diese Zahl nur mit Rücksicht auf den Coëfficienten 2 acceptiren, welcher demnach auch noch eine andere Aufgabe hat, als nur die Ungleichmäfsigkeiten des Materials auszugleichen. Von diesem Gesichtspunkte aus dürften wohl der von Hrn. Prof. Launhardt vorgeschlagene Coëfficient = $^1/_3$ empfehlenswerth und weitere Versuche nothwendig erscheinen, besonders in Bezug auf das Verhalten des Eisens, wenn die Beanspruchung desselben in dem einen Sinne gröfser ist, als in dem anderen.

Was nun die beiden anderen Grenzen 300 und 0 anbelangt, so sind diese aus Wöhler's Tabelle V abgeleitet und zwar von Stab 7, der nach 48 Millionen Biegungen noch im Betrieb war. Der Sprung von 360 mit 4 Millionen Biegungen bis zu 300 mit als „unbegrenzt" angenommener Anzahl ist aber etwas gewagt und die gemachte Annahme gewinnt nur einige Wahrscheinlichkeit durch Fig. 3, Bl. Q. Auch die aus Tabelle X abgeleitete Annahme, dafs bei 300 Ctr. Spannung die Dauer eine „unbegrenzte" sei, weil bei 320 Ctr. Spannung der Bruch bei 10 Millionen Dehnungen erreicht wurde,*) ist weder durch die Tabelle, noch durch Fig. 1, Bl. Q gerechtfertigt, und die von Wöhler angenommene Uebereinstimmung der aus wiederholten Biegungen abgeleiteten „Ursprungsfestigkeit" mit jener, welche aus Dehnungen ermittelt ist, bedarf noch der weiteren Bestätigung durch Versuche.

Das 3te Paar Grenzwerthe + 440 und + 240 stammt aus Wöhler's Tab. X.

Der betreffende Stab 8 war nach 4 Millionen Dehnungen noch in Betrieb, während Stab 7 bei $\frac{400}{200}$ Spannungen nur $2_{,4}$ Millionen Dehnungen aushielt. Aus dem Verhalten des Stabes 7 aber auf unbegrenzte Dauer des Stabes 8 zu schliefsen, scheint mir bei dem Mangel an allen weiteren Anhaltspunkten und Versuchen etwas unsicher.

Gröfsere Sicherheit bietet die 2te Abtheilung der betreffenden Tabelle:

Achsenstahl	zwischen	+ 280 Ctr.	und	— 280 Ctr.	Faserspannung pro □Zoll.
	-	+ 480	-	0	
	-	+ 480	-	+ 380	

Die Grenzen $\frac{+280}{-280}$ sind um so genauer, als bei $\frac{+300}{-300}$ die Umdrehungszahl schon bis 45 Millionen gestiegen war. Weniger sicher ist $\frac{480}{0}$ und $\frac{800}{350}$ aus Wöhler's Tabelle XI, weil von $13_{,6}$ Millionen, beziehungsweise 12 Millionen auf eine „unendliche" Dauer geschlossen wurde; doch sind beide Versuche mit gedehnten Stäben angestellt, wodurch das Vertrauen zu dem Schlusse wächst.

Aus Wöhler's Tab. IX ist die 3te Abtheilung entnommen.

bei ungehärtetem Feder-Gufsstahl	zwischen	500 Ctr.	und	0 Ctr.	Faserspannung pro □Zoll.
	-	700	-	250	
	-	800	-	400	
	-	900	-	600	

Sie läfst keinen Zweifel zu, da alle 4 Versuche mit demselben Material, sowie durch Biegung angestellt sind und die Biegungszahlen zwischen $44_{,6}$ und $33_{,8}$ Millionen schwanken, welche man mit Rücksicht auf die grofse Gleichmäfsigkeit des Materials und die vielen zwischenliegenden Versuche als „unbegrenzte" Dauer annehmen darf. Aehnliches gilt von der die Torsion betreffenden letzten Abtheilung des erwähnten Tabellchens.

Die Versuche mit Federstahl darf man als abgeschlossen betrachten, und es verbleiben mir nur demnach einerseits die Wiederholung der Wöhler'schen Versuche mit Achsenstahl (da ich Bündeleisen der Gesellschaft Phönix nicht erhalten kann) und die Versuche mit Material für Eisenbrücken und Eisenbahnoberbau. Vielleicht gelingt es, was sehr zu wünschen wäre, Herrn Director Wöhler in seiner jetzigen Stellung, neue Versuche unter seiner Oberleitung anstellen zu lassen, wodurch die von mir nachgewiesenen, lediglich von der plötzlichen Unterbrechung der Wöhler'schen Versuche herrührenden Unsicherheiten beseitigt werden würden.

Ich habe durch die obigen Erörterungen darzulegen versucht, wie ich meine Aufgabe auffasse, und bin in Einzelnheiten eingegangen, damit ich bei späteren Mittheilungen von Resultaten nicht mehr nöthig habe, den Modus meiner Versuche zu rechtfertigen. Den Umfang meiner Aufgabe kenne ich wohl und verhehle mir nicht, dafs mit meinen jetzigen Hilfsmitteln es mir nicht gelingen kann, eine vollständig befriedigende Lösung derselben zu erlangen. Zwar hat Se. Excellenz der Herr Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten in der Verfügung vom 9. April d. J. sich bereit erklärt, Anträge zur Erweiterung der vorhandenen Hilfsmittel, wenn dieselben für nützlich und angemessen erachtet werden sollten, entgegenzunehmen; ich werde jedoch, da vor Allem eine bedeutende Vermehrung der Versuchsmaschinen nöthig ist und damit eine Erweiterung des Versuchslocals nothwendig zusammenhängt, unsere Gewerbe-Akademie aber bei ihren ohnehin sehr beschränkten Räumlichkeiten eine solche nicht zu gewähren vermag, schwerlich vor Vollendung eines in Aussicht gestellten Neubaues in die Lage kommen, umfassende Vorschläge zu machen.

Nachdem ich im Vorstehenden die spärlichen Resultate meiner Versuche, welche in Anbetracht der noch nicht 2jährigen Dauer derselben kaum umfangreicher erwartet

*) S. Zeitschr. f. Bauw. 1870, Seite 83, al. 13

by Google

werden konnten, sowie meine Hoffnungen und Befürchtungen bezüglich der Fortsetzung derselben mitgetheilt, will ich meine mehr die Wissenschaft als die Praxis interessirenden, das Ansehen und die Beschaffenheit der aus wiederholten Anstrengungen hervorgegangenen Bruchflächen betreffenden Beobachtungen hiernächst anführen und verweise dabei auf die denselben beigegebene, nach den von Herrn Prof. Vogel mit der dankenswerthesten Bereitwilligkeit angefertigten Photographien auf Stein übertragene und abgedruckte Tafel.

(Schluss folgt.)

Anderweitige Mittheilungen.

Die Wasserstände des Rheins an den Pegeln zu Strafsburg, Bingen, Bacharach, St. Goar, Coblenz, Cöln, Düsseldorf, Emmerich, und der Mosel an den Pegeln zu Sierck und Cochem.

(Mit Zeichnungen auf Blatt R und S im Text.)

Auf Seite 367 u. ff. dieses Jahrganges sind die Resultate der Wasserstandsbeobachtungen des Rheins am Pegel zu Cöln mitgetheilt und zugleich mit den entsprechenden Resultaten der Beobachtungen am Pegel zu Strafsburg verglichen worden, wobei sich ganz besondere Verschiedenheiten in den Zeiten des Eintritts der höchsten und niedrigsten mittleren Monatswasserstände, überhaupt in der Form der Curve „des mittleren Flusses“ ergaben. Es ist dies eine Folge der Ursachen, welche die Anschwellungen, sowie die Wasserabnahmen einerseits am Oberrheine bei Strafsburg, andererseits am Unterrheine bei Cöln bewirken.

Der Oberrhein ist eine hauptsächlich nur aus den Alpengletschern gespeiste Flufsstrecke, die Regulatoren seines Wasserstandes sind der Bodensee, der Neuchateller-See, der Thuner- und Brienzer-See, der Vierwaldstätter-, Züricher- und Vallenstätter-See etc., zusammen ungefähr 19 □Meilen Schweizer-Seen.

Die mannigfachen kleineren Gebirgsflüsse, die in diese Seen sich ergiefsen und zeitweise und plötzlich ihnen ganz bedeutende Wassermassen zuführen, wirken nur indirect auf den Wasserstand des Rheines ein, da die grofse Ausdehnung der Seen ihre plötzliche Wirkung neutralisirt und die einzelnen Abflüsse derselben, wie die Aar, Reufs, Limmat etc. regulirt, so dafs der Wasserstand des Rheins nicht durch plötzliche Einwirkungen besonders alterirt werden kann. Es unterliegt daher wohl keinem Zweifel, dafs nur die Schweizer-Seen als Wasserreservoire auf den Wasserstand des Oberrheins einwirken, und wie diese Seen nun mitten im Winter, in der Zeit, in welcher die Zuflüsse ein Minimum sind, am niedrigsten stehen müssen, zur Zeit der Alpenschneeschmelze aber ihren höchsten Stand erreichen, eine Differenz im Niveau, die beim Bodensee $3_{,5}$ bis 4^{m} beträgt, so folgen diesen Wasserstandsbewegungen auch die Wasserstände und Wassermengen des Rheins, speciell des Oberrheins bis oberhalb Mannheim, da die nicht aus den Alpen kommenden Nebenflüsse zwischen Basel und dem Neckar nur von verhältnifsmäfsig unbedeutender Einwirkung sind.

Anders liegen die Verhältnisse am Unterrheine, zumal in der Strecke von Bingen abwärts; hier wirken nicht von Gletschern gespeiste Seen ein, sondern nicht unbedeutende, von den Wirkungen atmosphärischer Niederschläge und Temperaturverhältnisse in ihren Wassermengen abhängige Nebenflüsse bedingen die Wasserstände, und deshalb zeigt hier der „mittlere Flufs“ des Rheins im October seinen niedrigsten, im März seinen höchsten Stand.

Gleichwohl sind die Wassermassen, die dem Oberrheine zur Zeit der Alpenschneeschmelze zugeführt werden, so bedeutend, dafs sie nicht ohne Einwirkung auf den Unterrhein bleiben können, so dafs derselbe zu jener Zeit abermals steigt, wie aus der Curve des mittleren Rheins ersichtlich ist.

Die Curve des mittleren Flusses für den Oberrhein hat der Wasserbau-Director Grebenau für die Pegel von Hüningen, Strafsburg und Neuburg ermittelt; die Form derselben, der Eintritt der niedrigsten und höchsten Monatswasserstände in dieser Curve des mittleren Flusses, sowie das Verhältniss der Höhen der Monatswasserstände darin sind an allen drei Pegeln im Allgemeinen dieselben, so dafs die Curve am Pegel zu Strafsburg, der annähernd in der Mitte zwischen Hüningen und Neuburg liegt, wohl als Normal-Curve des mittleren Oberrheins betrachtet werden kann.

Wenn nun in dem früheren Aufsatze für die preufsische Rheinstromstrecke die Curve des mittleren Flusses am Pegel zu Cöln ermittelt und dargestellt worden ist, so fragt es sich, ob ähnliche Ermittelungen an Pegeln oberhalb und unterhalb Cöln ähnliche Curven ergeben und ob auch bei diesen der Eintritt der niedrigsten und höchsten gemittelten Monatswasserstände etc. in gleichen Monaten stattfindet.

Es sind diesen Ermittelungen die Beobachtungen der Wasserstände an den Pegeln zu Bingen, Bacharach, St. Goar, Coblenz, Düsseldorf und Emmerich zu Grunde gelegt worden und sollen die Resultate nachfolgend zur bessern Uebersicht und Vergleichung tabellarisch geordnet mitgetheilt werden, und zwar ohne Beifügung der einzelnen Special-Tabellen, aus denen die Schlufsresultate gewonnen sind.

Vorher sei noch im Allgemeinen bemerkt, dafs der Nullpunkt des preufsischen Pegels zu Bingen mit der Sohle des Bingerloches correspondirt und im Verhältnisse zu dem Nullpunkte des Pegels zu Bacharach bei gewöhnlichen Wasserständen rot. $0_{,43}^{m}$ weniger markirt, als letzterer. Da dieser Pegel erst am Ende des Jahres 1847 gesetzt worden ist, so konnten leider nur die Beobachtungen der Wasserstände in den Jahren 1848 bis incl. 1873 hier in Betracht gezogen werden.

Für den Pegel zu Bacharach sind den Ermittelungen die Beobachtungen aus den Jahren 1833 bis incl. 1873 zu Grunde gelegt worden, wogegen für den Pegel zu St. Goar nur die von 1851 bis 1864 zu Gebote standen.

In Coblenz bestand bis zum Jahre 1818 nur ein interimistischer Pegel, der jetzige definitive ist Ende 1818 gesetzt und von da ab regelmäfsig beobachtet worden, so dafs hier

Digitized by Google

Nr.	Bezeichnung	Straßburg 0 = 134,836 m über dem mittleren Meeresspiegel. nach Grebenau 1840—1867	Bingen 0 = 76,500 m + A. P. 1848—1873	Bacharach 0 = 68,648 m + A. P. 1833—1873	St. Goar 0 = 63,872 m + A. P. 1851—1864	Coblenz 0 = 57,843 m + A. P. 1819—1873	Cöln 0 = 35,944 m + A. P. 1817—1873	Düsseldorf 0 = 26,702 m + A. P. 1817—1873	Emmerich 0 = 10,235 m + A. P. 1827—1873
1.	Höchste mittlere Monats-Wasserstände	August 1851 = 2,99 Juni 1849 = 2,92 Juni 1855 = 2,67 Juli 1853 = 2,65 Juni 1853 = 2,59	Febr. 1867 = 3,88 April 1867 = 3,72 Juni 1872 = 3,50 Novbr. 1870 = 3,19 Januar 1867 = 3,17	Januar 1834 = 5,37 Januar 1871 = 5,08 Januar 1841 = 5,03 Decbr. 1841 = 5,03 Decbr. 1833 = 4,79	August 1851 = 5,63 Juni 1858 = 5,07 Juli 1853 = 5,04 Juni 1856 = 4,96 Febr. 1862 = 4,69	Novbr. 1824 = 6,61 Juni 1824 = 6,27 Januar 1834 = 5,75 Febr. 1850 = 5,56 März 1827 = 5,55	Novbr. 1824 = 7,24 Januar 1834 = 6,38 März 1827 = 6,09 Decbr. 1833 = 5,96	Januar 1834 = 6,28 März 1827 = 6,02 Februar 1846 = 5,54 Februar 1867 = 5,50 März 1831 = 5,49	Januar 1834 = 6,07 März 1827 = 5,94 Januar 1861 = 5,59 Januar 1871 = 5,39 Decbr. 1836 = 5,38
2.	Niedrigste mittlere Monats-Wasserstände	Febr. 1858 = — 0,48 Jan. 1854 = — 0,49 Dec. 1853 = — 0,43 Jan. 1858 = — 0,41 Jan. 1848 = — 0,34	Januar 1858 = 0,51 Febr. 1858 = 0,56 Decbr. 1857 = 0,77 Decbr. 1864 = 0,66 Novbr. 1857 = 0,92	Febr. 1856 = 1,31 Octbr. 1865 = 1,47 Novbr. 1857 = 1,51 Januar 1845 = 1,54 Decbr. 1865 = 1,57	Febr. 1858 = 1,45 Januar 1858 = 1,47 Decbr. 1853 = 1,60 Decbr. 1857 = 1,72 Januar 1854 = 1,76	Januar 1858 = 1,02 Febr. 1858 = 1,12 Decbr. 1857 = 1,24 Octbr. 1865 = 1,28 Decbr. 1853 = 1,33	Januar 1858 = 0,60 Febr. 1858 = 0,76 Decbr. 1857 = 0,90 Januar 1848 = 0,94 Octbr. 1865 = 0,95 Decbr. 1853 = 0,99	Januar 1858 = 0,57 Febr. 1858 = 0,68 Decbr. 1857 = 0,80 Octbr. 1865 = 0,88 Novbr. 1857 = 0,92 Januar 1848 = 1,02	Januar 1858 = 0,24 Febr. 1858 = 0,37 Octbr. 1865 = 0,37 Decbr. 1857 = 0,42 Novbr. 1857 = 0,53 Decbr. 1871 = 0,62
3.	Absolut höchste Wasserstände	19. 20. Septbr. 1852 = 4,94	2. Febr. 1855 = 7,22 Eisstand 6. Febr. 1860 = 6,28 Eisgang 7. Aug. 1851 = 5,28 eisfrei	31. Jan. 1850 = 9,25 Eisstand 14. Febr. 1841 = 8,79 Eisgang 15. Jan. 1836 = 8,78 eisfrei 8. Jan. 1871 = 8,40 Eisstand 30. März 1845 = 8,37 eisfrei	4. Febr. 1862 = 9,36 eisfrei 8. März 1855 = 7,48 eisfrei 7. Aug. 1851 = 6,96 eisfrei 8. Febr. 1852 = 6,62 eisfrei	30. März 1845 = 9,13 eisfrei 5. Febr. 1859 = 8,79 eisfrei 25. Dec. 1819 = 8,40 eisfrei 22. Jan. 1820 = 7,95 eisfrei 16. Nov. 1824 = 7,90 eisfrei	31. März 1845 = 9,37 eisfrei 5. Febr. 1850 = 9,28 eisfrei 26. Dec. 1819 = 8,63 eisfrei 29. Febr. 1844 = 8,55 eisfrei 16. Nov. 1824 = 8,50 eisfrei	5. Febr. 1850 = 8,68 eisfrei 31. März 1845 = 8,53 eisfrei 26. Dec. 1819 = 8,11 eisfrei 29. Febr. 1844 = 8,08 eisfrei 17. Nov. 1824 = 8,06 eisfrei	30. Januar 1861 = 7,87 Eisgang 5. März 1855 = 7,53 Eisgang 7. Febr. 1850 = 7,30 eisfrei 7. Januar 1834 = 7,09 eisfrei 31. März 1845 = 7,06 eisfrei
4	Absolut niedrigste Wasserstände	27. Februar 1858 = — 0,53	10. Jan. 1848 = 0 eisfrei 26. Jan. 1858 = 0,34 Eisgang 27. Dec. 1864 = 0,47 eisfrei 11. Dec. 1871 = 0,47 Eisgang 29. Dec. 1865 = 0,64 eisfrei	8. März 1858 = 0,94 eisfrei 25. Dec. 1862 = 1,28 eisfrei 20. Dec. 1857 = 1,28 eisfrei 29. Dec. 1865 = 1,36 eisfrei 15. Febr. 1872 = 1,38 eisfrei	24. Dec. 1853 = 1,10 Eisstand 31. Jan. 1858 = 1,13 eisfrei 26. Febr. 1864 = 1,15 eisfrei 3. Jan. 1854 = 1,23 Eisstand	30. Dec. 1853 = 0,79 Eisgang 28. Dec. 1864 = 0,84 Treibeis 1. Jan. 1821 = 0,99 wenig Eis 9. Jan. 1819 = 1,02 Eisstand oberhalb 15. Febr. 1870 = 1,13 wenig Eis 20/21. Oct. 1865 = 1,14 eisfrei	31. Dec. 1853 = 0,09 Treibeis 29. Jan. 1858 = 0,21 Treibeis 25. Dec. 1822 = 0,34 Treibeis 25. Jan. 1829 = 0,45 Treibeis 30. Dec. 1818 = 0,52 Treibeis 21. Oct. 1865 = 0,77 eisfrei	30. Jan. 1858 = 0,16 eisfrei 27. Dec. 1822 = 0,16 Eisstand 28. Dec. 1864 = 0,34 Treibeis 25. Jan. 1829 = 0,47 Eisstand 1. Jan. 1854 = 0,50 eisfrei	1. Febr. 1858 = — 0,03 eisfrei 30. Dec. 1864 = — 0,24 Eisstand 12. Dec. 1871 = 0,16 eisfrei 2. Febr. 1866 = 0,39 eisfrei 23. Dec. 1857 = 0,94 eisfrei
5.	Wasserreichste Jahre	1860 mit 1,71 1846 - 1,57 1843 - 1,56 1855 - 1,54 1851 - 1,50	1867 mit 2,73 1860 - 2,58 1855 - 2,52 1857 - 2,52 1851 - 2,44	1855 mit 3,42 1867 - 3,39 1841 - 3,32 1838 - 3,30 1843 - 3,26	1860 mit 4,08 1851 - 3,75 1855 - 3,64 1852 - 3,54 1853 - 3,50	1824 mit 3,81 1831 - 3,48 1867 - 3,40 1860 - 3,24 1843 - 3,14	1824 mit 3,73 1831 - 3,64 1817 - 3,58 1860 - 3,56 1843 - 3,36	1824 mit 3,55 1817 - 3,53 1831 - 3,48 1867 - 3,39 1860 - 3,25	1867 mit 3,21 1843 - 3,09 1841 - 3,08 1860 - 3,06 1827 - 3,04
6.	Wasserärmste Jahre	1865 mit 0,62 1857 - 0,66 1858 - 0,77 1862 - 0,84 1864 - 0,91	1857 mit 1,53 1858 - 1,66 1865 - 1,71 1864 - 1,85 1859 - 1,92	1857 mit 2,09 1858 - 2,10 1865 - 2,30 1834 - 2,48 1859 - 2,50	1857 mit 2,61 1858 - 2,68 1864 - 2,89 1854 - 3,07 1862 - 3,10	1858 mit 1,97 1857 - 2,16 1865 - 2,17 1832 - 2,23 1864 - 2,25	1858 mit 1,79 1857 - 1,93 1832 - 2,03 1865 - 2,12 1822/1864 - 2,22	1858 mit 1,65 1857 - 1,71 1832 - 1,86 1826 - 2,02 1864 - 2,03	1858 mit 1,21 1857 - 1,39 1865 - 1,61 1832 - 1,79 1859 - 1,97
7.	Differenz zwischen Nr. 1 und 2	+ 2,99 — 0,49 + 3,48	3,88 0,51 3,37	5,37 1,31 4,06	5,53 1,45 4,08	6,61 1,02 5,59	7,24 0,60 6,64	6,28 0,57 5,71	6,07 0,24 5,83
8.	Differenz zwischen Nr. 3 und 4	+ 4,84 — 0,58 + 5,07	a) 7,22 Eisstand 0,00 eisfrei 7,22 b) 5,28 eisfrei 0,00 - 5,28	a) 9,25 Eisstand 0,94 eisfrei 8,31 b) 8,78 eisfrei 0,94 - 7,84	a) 9,36 eisfrei 1,10 Eisstand 8,26 b) 9,36 eisfrei 1,13 - 8,23	a) 9,13 eisfrei 0,79 Eisgang 8,34 b) 9,13 eisfrei 1,14 - 7,99	a) 9,28 eisfrei 0,09 Treibeis 9,19 b) 9,28 eisfrei 0,77 - 8,51	8,68 eisfrei 0,16 - 8,52	a) 7,87 Eisgang — 0,03 eisfrei 7,90 b) 7,30 eisfrei — 0,08 - 7,38
9	Differenz zwischen Nr. 5 und 6	1,71 0,62 1,09	2,73 1,52 1,21	3,42 2,09 1,33	4,08 2,61 1,47	3,81 1,97 1,84	3,73 1,79 1,94	3,55 1,65 1,90	3,21 1,21 2,00

Digitized by Google

die Beobachtungen von 1819 bis 1873 benutzt werden konnten.

Ueber den Pegel zu Cöln ist das Nähere an oben bezeichneter Stelle angeführt worden.

Der Pegel zu Düsseldorf wurde in den ersten Tagen des Jahres 1817 mit seinem Nullpunkte versetzt, weshalb von diesem die Beobachtungen seit 1817 bis incl. 1873 Verwendung fanden, während

von dem Pegel zu Emmerich nur die von 1827 bis jetzt zur Hand waren.

Die schon früher angegebenen Resultate an dem Pegel zu Cöln und die Grebenau'schen Resultate am Pegel zu Strafsburg sind der Vergleichung wegen wieder mit aufgeführt worden.

Die Nullpunkte der genannten preufsischen Pegel haben folgende Höhenlage über 0 Amsterdamer Pegel und die beigefügte Entfernung von einander:

	über A. P.	Entfernung
Bingen . . .	$76{,}_{500}$ m	14086 m
Bacharach .	$68{,}_{448}$ m	
St. Goar . .	$63{,}_{879}$ m	17885 m
Coblenz . .	$57{,}_{843}$ m	34843 m
Cöln . . .	$35{,}_{844}$ m	95497 m
Düsseldorf .	$26{,}_{702}$ m	55450 m
Emmerich .	$10{,}_{235}$ m	107065 m

Vergleicht man die vorstehenden Resultate mit einander, so ergiebt sich

1) in Betreff der höchsten mittleren Monatswasserstände, dafs dieselben am Pegel zu Strafsburg resp. am Oberrhein in den Sommermonaten Juni, Juli und August, an den preufsischen Pegeln, also am Unterrhein, dagegen, mit Ausnahme des Pegels zu St. Goar, in den Wintermonaten vorkommen. Wegen der Abnormität des letzteren Pegels, sowie in anderer Hinsicht des Pegels zu Bacharach wird weiter unten das Nähere erläutert werden.

2) Die niedrigsten mittleren Monatswasserstände ergeben sich an allen in Betracht gezogenen Rheinpegeln von Strafsburg bis Emmerich in den Wintermonaten.

3) Der absolut höchste Wasserstand trat zu Strafsburg im Monat September ein, während die preufsischen Pegel denselben vornemlich in den Monaten Januar, Februar oder März markirten.

4) die absolut niedrigsten Wasserstände dagegen sind bei allen Pegeln in einem der Wintermonate eingetreten.

5) Unter den wasserreichsten Jahren erscheint bei allen Pegeln excl. Bacharach das Jahr 1860, bei denjenigen preufsischen Pegeln, denen längere Beobachtungen zu Grunde gelegt werden konnten, die Jahre 1824 und 1831, und

6) als wasserärmste Jahre sind bei allen Pegeln die Jahre 1857 und 1858 vertreten. Schliefslich nehmen

7) die Differenzen zwischen den absolut höchsten und niedrigsten eisfreien Wasserständen von Strafsburg bis Cöln zu und von hier bis Emmerich ab.

Es bleibt nun noch übrig, zu ermitteln, ob die Curve des mittleren Flusses an den preufsischen Rheinpegeln im Allgemeinen eine und dieselbe und welches an den einzelnen von ihnen die Lage der 7 Wasserstands-Fixpunkte ist.

Zu dem Zwecke sind die gemittelten mittleren Monatswasserstände aus den Beobachtungsjahren zusammengestellt und auf Blatt R und S aufgetragen worden. Ehe jedoch auf eine nähere Betrachtung und Vergleichung dieser Curven eingegangen wird, soll für die in die Augen fallende abnorme Form der Curven an den Pegeln zu Bacharach und St. Goar eine Begründung versucht werden.

Oberhalb St. Goar, an der Loreley, verengt sich das Rheinthal so sehr, dafs das Rheinbett bei einer Pegelhöhe von +2 m Cobl. Pegel nur rot. 160 m Breite mit einer Maximaltiefe von rot. 28 unter +2 m hat und diese Breite sich bei —1 m Cobl. Pegel auf 115 m verringert. Die Geschwindigkeit oberhalb der Loreley ist in Folge dieser plötzlichen natürlichen Beschränkung sehr gering. In denjenigen Wintern daher, in denen auf dem Rheine überhaupt Eisbildungen eintreten, sind die Profilverhältnisse an der Loreley die Gründe, dafs hier zuerst das Eis zum Stehen kommt, dafs sich dann die Schollen über- und untereinander festsetzen und einen vollständigen Eisschutz bilden, hinter welchem sich das von oben her zukommende Eis ansetzt, so dafs schliefslich der ganze Rheinlauf bis Bacharach sich zusetzt. Diese meist plötzlich eintretenden Verhältnisse bewirken am Pegel zu Bacharach ein eben so plötzliches und ungewöhnliches Steigen des Wassers, wie sie die Ursache sind, dafs unterhalb des Eisschutzes an der Loreley, also zunächst am Pegel zu St. Goar ein schnelles Fallen des Wassers eintritt, eine Wirkung, die sich bis zum Pegel von Boppard hin äufsert. Wenn nun auch diese Fälle des plötzlichen hohen Steigens und tiefen Fallens nur in kürzeren oder längeren Jahreszwischenräumen eintreten, so wirken doch die entsprechenden Wasserstände in der Weise auf die gemittelten mittleren Monatswasserstände einer längeren Zeitperiode ein, dafs diese Mittel in der Curve des Pegels zu Bacharach sehr hoch, in der des Pegels zu St. Goar tiefer als in den Curven der übrigen Rheinpegel sind.

Was die Curven der Pegel zu Bingen, Coblenz, Cöln, Düsseldorf und Emmerich anlangt, so zeigen dieselben eine von der der elsäfsischen resp. des Pegels zu Strafsburg wesentlich verschiedene Form, wie dies schon im Anfange dieses Aufsatzes angedeutet und zu begründen versucht worden ist. Die Form der Curve des Oberrheins verschwindet bei den preufsischen Pegelcurven mehr und mehr und mit ihr die Einwirkung der Alpenschneeschmelze im Juni, die beim Pegel zu Emmerich sich kaum noch markirt, während die Wirkung der Nebenflüsse, für den Pegel zu Bingen des Neckar, Main und der Nahe, für Coblenz aufserdem der Lahn und Mosel u. s. f. immer mehr dominirt. Wie aber die höchsten mittleren Sommerwasserstände die Zeit ihres Vorkommens verändern, so tritt der gleiche Fall bei den niedrigsten mittleren Monatswasserständen ein, den die Curve von Strafsburg im Januar, die von Bingen, Bacharach und St Goar im November und die der Pegel von Coblenz bis Emmerich schon im October zeigt.

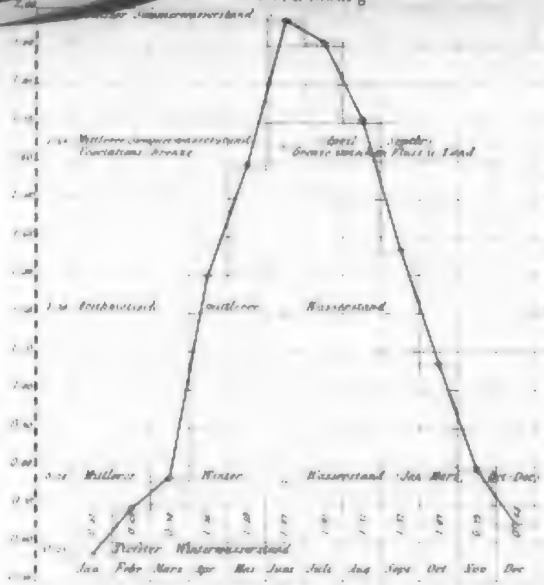
Während ferner an den Pegeln von Strafsburg, Bingen, Bacharach, St. Goar und Coblenz der arithmetisch mittlere Wasserstand höher ist, als der mittlere Winterwasserstand, ist er am Pegel zu Cöln gleich demselben und an den Pegeln zu Düsseldorf und Emmerich niedriger.

Wenn nun die Curve des mittleren Flusses am Pegel zu Strafsburg gleichsam als Normalcurve für die Strecke des Oberrheins von Basel bis zur bairischen Grenze resp. bis Neuburg in der Pfalz betrachtet werden kann, so dürfte wohl die Curve des Hauptpegels für die Rheinschiff-

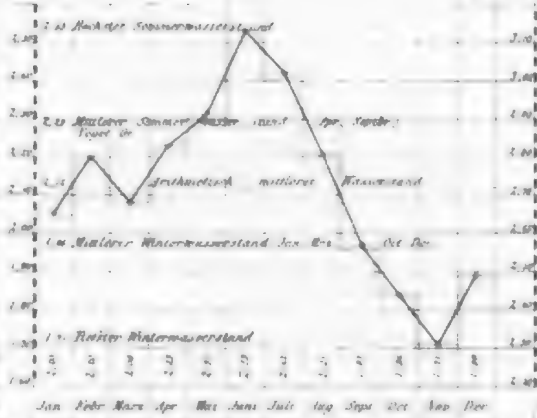
Digitized by Google

Wasserstands-Curven des Rheines

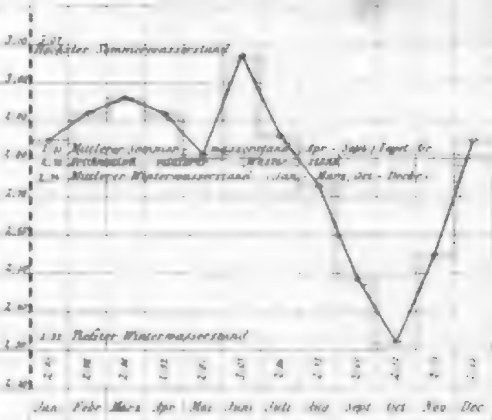
Strassburg



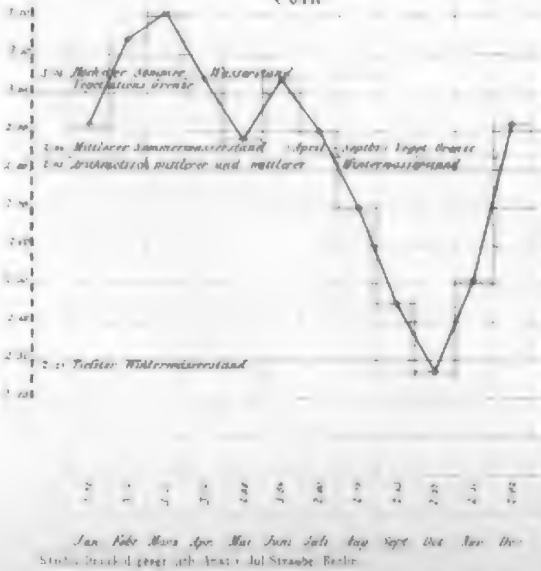
Bingen



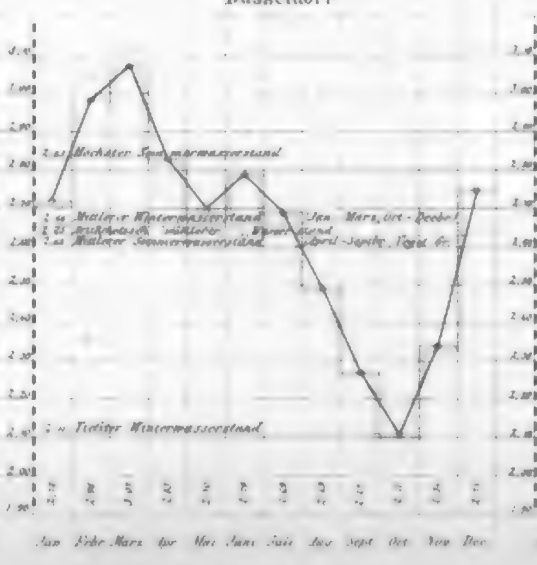
Coblenz



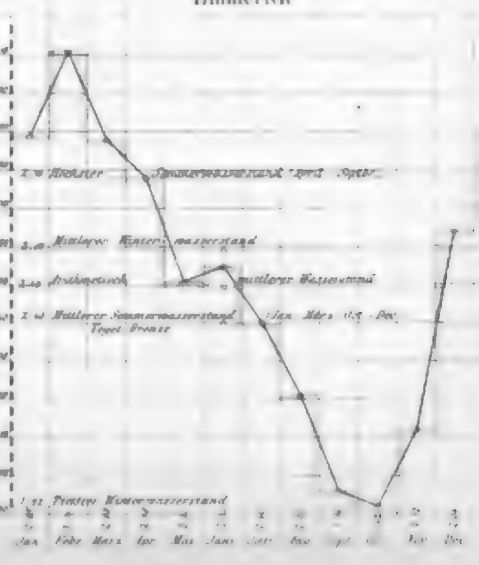
Cöln



Düsseldorf



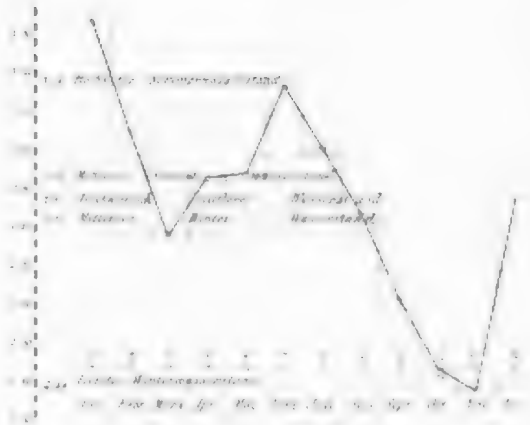
Emmerich



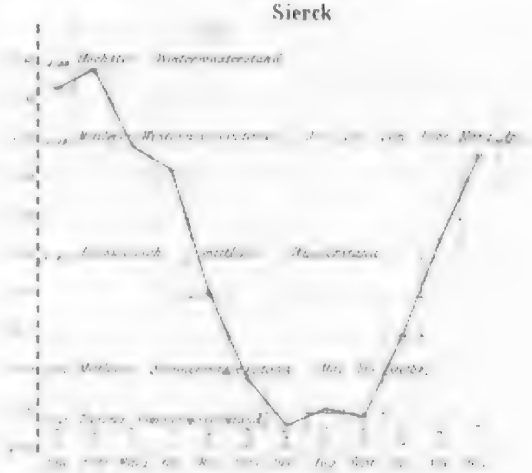
Ernst & Korn, Berlin

Wasserstands-Curven des Rheines. der Mosel.

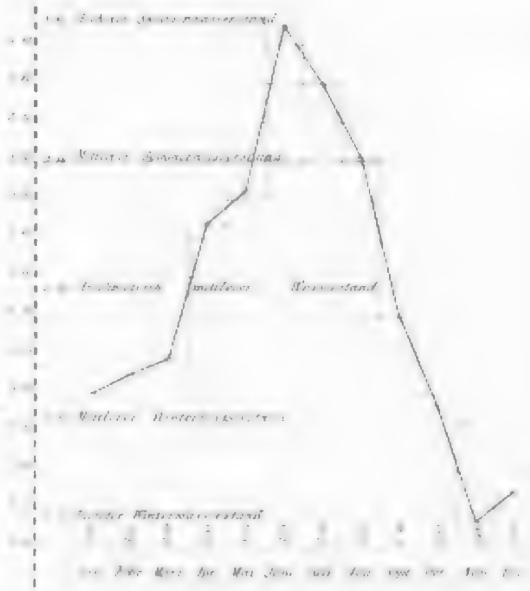
Bacharach.



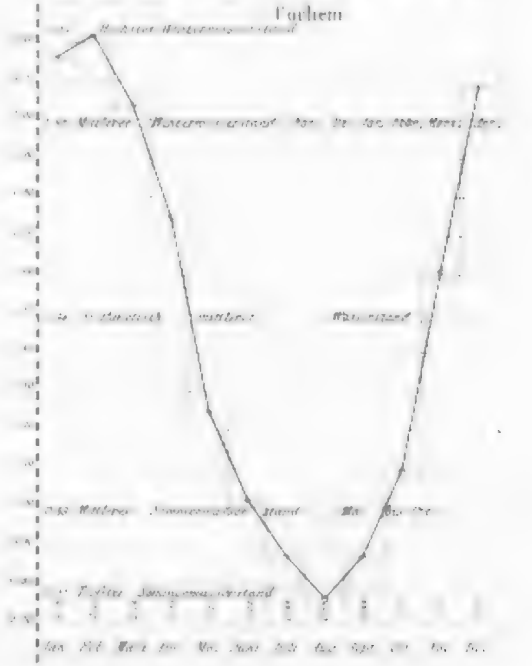
Sierck



St. Goar



Fachem



Ernst & Korn, Berlin

Digitized by Google

Dauer und Häufigkeit des Eintretens der einzelnen Wasserstände an den Rheinpegeln bei Coblenz, Cöln und Düsseldorf.

Fig. 1

Curve zur die Dauer der Wasserstände im Jahre

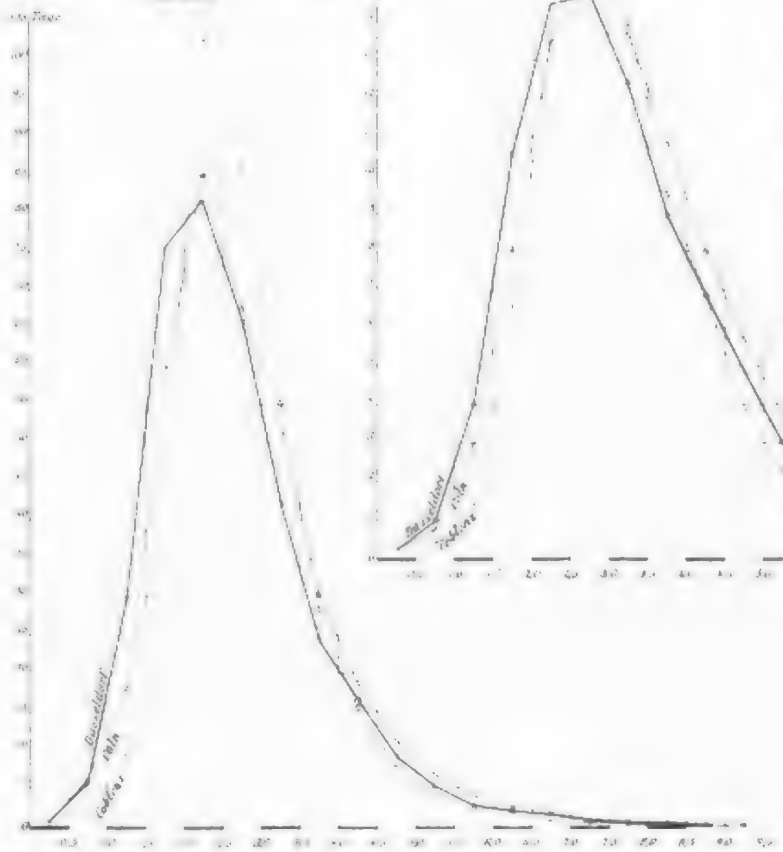


Fig. 2.

Curve für die Häufigkeit der Wasserstände im Jahre

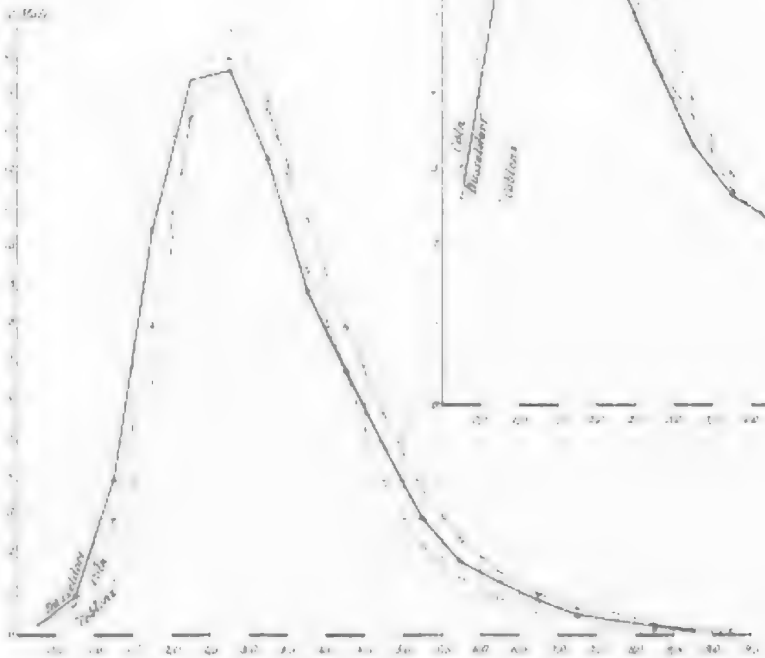
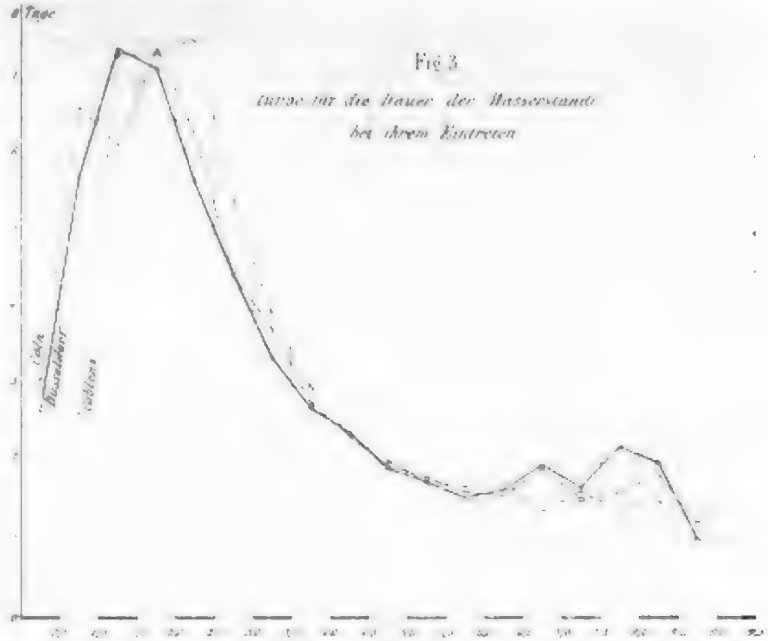


Fig 3

Curve für die Dauer der Wasserstände bei ihrem Eintreten



Ernst & Korn, Berlin

fahrt zu Cöln als Normalcurve für den Unterrhein resp. für die preufsische Rheinstromstrecke von Bingen bis zur niederländischen Grenze bei Bimmen anzusehen sein.

Nachstehend sind die ermittelten 7 Wasserstands-Fixpunkte für die bisher besprochenen Pegel tabellarisch zusammengestellt.

Nr.	Bezeichnung (für die den Ermittelungen zu Grunde gelegten Jahre)	Strafsburg	Bingen	Bacharach	St. Goar	Coblenz	Cöln	Düsseldorf	Emmerich
	A. Niedrigster Wasserstand.								
1a.	Der absolut niedrigste Wasserstand	—	—	—	1,10	0,79	0,09	—	—
b.	Desgleichen bei eisfreiem Wasser	— 0,53	0,00	0,94	1,18	—	0,77	0,16	— 0,13
	B. Mittlere Wasserstände oder Wasserstände des mittleren Flusses.								
2.	Der tiefste Winterwasserstand	Januar 0,57	Novbr. 1,71	Novbr. 2,39	Novbr. 2,67	Octbr. 2,32	Octbr. 2,27	Octbr. 2,11	Octbr. 1,92
3.	Der mittlere Winterwasserstand der Monate Januar — März u. Octbr. — Decbr.	0,76	1,96	2,82	2,92	2,74	2,83	2,66	2,59
4.	Der arithmetisch mittlere Wasserstand	1,20	2,12	2,87	3,26	2,78	2,93	2,65	2,49
5.	Der mittlere Sommerwasserstand der Monate April — September, oder die Vegetationsgrenze, Grenze zwischen Fluss und Land	1,64 Juni	2,28 Juni	2,93 Juni	3,59 Juni	2,81 Juni	2,84 April	2,63 April	2,40 April
6.	Der höchste Sommerwasserstand oder der mittlere Juni- resp. April-Stand	1,97	2,53	3,18	3,95	3,07	3,04 Juni 3,04	2,83 Juni 2,79	2,78 Juni 2,55
	C. Höchster Wasserstand.								
7a.	Der absolut höchste eisfreie Wasserstand	4,54	5,36	8,37	9,36	9,13	9,38	8,68	7,80
b.	Desgleichen bei nicht eisfreiem Wasser	—	7,22	9,28	—	—	—	—	7,87

Zur weiteren Begründung der Richtigkeit der oben aufgestellten Behauptung, dafs die veränderte Form der mittleren Flufscurve des Unterrheins im Vergleiche zu der des Oberrheins durch die ganz verschiedenartige Speisung beider Stromstrecken bedingt werde, ist zum Schlusse noch auf Blatt S die Curve des mittleren Moselflusses an dem preufsischen Pegel zu Cochem, und zur Vergleichung hiermit die vom Wasserbau-Director Grebenau ermittelte am Pegel zu Sierck (lothringisch-preufsische Grenze) aufgetragen worden, erstere als Resultat der Pegelbeobachtungen in den Jahren 1819 bis 1873, letztere der für die Jahre 1839 bis 1866. Von diesen beiden zeigt die Curve an dem Pegel zu Cochem fast vollständig die umgekehrte Form von der am Pegel zu Strafsburg resp. des von Gletschern gespeisten Oberrheins.

Genthin. Kluge.

Betrachtungen über die Dauer der einzelnen Wasserstände an den Rheinpegeln bei Coblenz, Cöln und Düsseldorf, sowie über die Häufigkeit ihres Eintretens.

(Mit Zeichnungen auf Blatt T im Text.)

Durchblickt man die Tabellen der an einem Pegel während einer längeren Reihe von Jahren täglich notirten Wasserstandshöhen, so mufs es auffallen, dafs gewisse Wasserstände bei weitem am häufigsten eintreten, und wenn sie eintreten, verhältnifsmäfsig, wenn auch mit Schwankungen, länger andauern, als andere, während die übrigen Wasserstände bis zu den höchsten und niedrigsten hin bei immer seltenerem Eintreten auch von immer kürzerer Dauer sind. Unmöglich ist es aber, beim blofsen Durchlesen der Wasserstandstabellen ein Verhältnifs des Steigens und Fallens des Wassers unter sich herauszufinden. Um dies Verhältnifs nun kennen zu lernen, ist es nöthig, und zwar weil sehr hohe und sehr niedrige Wasserstände in einem Jahre oft gar nicht vorkommen, aus den Beobachtungen einer längeren Reihe von Jahren die Dauer der einzelnen Stände, sowie die Häufigkeit ihres Eintretens zusammenzustellen, um aus den zu berechnenden Mitteln ihre Beziehungen zu einander feststellen zu können.

Solche Ermittelungen, wie sie der Regierungs- und Baurath Sasse zu Merseburg früher schon in Anregung gebracht und für die Wasserstände der Saale ausgeführt hat, sollen nachfolgend, im Anschlufs an die früheren Abhandlungen über die Curven des mittleren Flusses, für die Wasserstände des Rheins an den Pegeln bei Coblenz, Cöln und Düsseldorf angestellt werden, so dafs die in Rede stehenden Beziehungen, wie sie sich an den erwähnten 3 Pegeln ergeben, mit einander verglichen werden können.

Im Allgemeinen ist es wohl hinreichend, die Feststellung der Dauer und des Vorkommens der Wasserstände auf die Zwischenräume von halben zu halben Metern zu beschränken, und soll dies daher bei den genannten Pegeln mit den Beobachtungen aus den Jahren 1819 bis incl. 1873 geschehen.

Hierbei können nun 3 Fragen zu Grunde gelegt werden, nämlich:

1) Wie viel Tage nimmt im Durchschnitt ein Wasserstand von 0 bis $0{,}_5$ m, von $0{,}_5$ bis $1{,}_0$ m u. s. f. während eines Jahres ein;

2) wie oft tritt ein solcher Stand durchschnittlich ein, und

3) wie lange dauert er durchschnittlich an, wenn er überhaupt einmal eintritt.

Zieht man für jedes der Jahre 1819 bis 1873 aus den Pegeltabellen die Zahl der Tage für jede Abtheilung von $^1/_2$ zu $^1/_2$ Meter heraus und trägt dieselben in die steigenden Rubriken des Pegelstandes ein, so gewinnt man schon ein deutliches Bild über die Wasserverhältnisse des betreffenden Jahres, resp. darüber, ob es ein wasserreiches oder wasserarmes gewesen ist.

Da nun in der früheren Abhandlung über die Wasserstände des Rheines angegeben und ermittelt ist, dafs die Jahre 1858 und 1857 die wasserärmsten, das Jahr 1824

Digitized by Google

aber das wasserreichste für die genannten Pegel und in der zu Grunde gelegten Zeitperiode gewesen ist, so sind diese Jahre beispielsweise für den Pegel bei Cöln nachstehend tabellarisch in Bezug auf die Dauer ihrer Wasserstände veranschaulicht:

Pegel		1858													
von	bis	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Summa	Häufigkeit des Eintritts
Meter		Dauer in Tagen												Tage	Male
9,0	9,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8,5	9,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8,0	8,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7,5	8,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7,0	7,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,5	7,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,0	6,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,5	6,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,0	5,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,5	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,0	4,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,5	4,0	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	1	4	2
3,0	3,5	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	1	3	3	4
2,5	3,0	—	—	3	4	6	3	—	4	3	—	3	—	26	12
2,0	2,5	—	—	9	14	23	27	3	17	16	2	6	8	125	21
1,5	2,0	—	—	1	5	2	—	28	10	11	26	1	11	95	11
1,0	1,5	—	5	1	—	—	—	—	—	—	3	19	8	36	5
0,5	1,0	22	17	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	51	6
0	0,5	9	6	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	6
Summa		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	67

Pegel		1857													
von	bis	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Summa	Häufigkeit des Eintritts
Meter		Dauer in Tagen												Tage	Male
9,0	9,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8,5	9,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8,0	8,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7,5	8,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7,0	7,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,5	7,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,0	6,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,5	6,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,0	5,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,5	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,0	4,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,5	4,0	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	2
3,0	3,5	7	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	11	5
2,5	3,0	14	—	3	14	5	21	—	—	—	—	—	—	57	12
2,0	2,5	4	1	12	16	21	5	19	11	—	—	—	—	89	13
1,5	2,0	—	27	16	—	5	—	12	20	24	—	—	—	104	8
1,0	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	6	31	14	—	51	3
0,5	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	31	47	2
0	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	45

Das Jahr 1858 zeigt etwas mehr Tage, an denen niedrige Wasserstände eingetreten sind, als 1857, und ist bei ersterem daher auch der mittlere Jahres-Wasserstand $= 1{,}_{19}{}^{m}$, bei letzterem $= 1{,}_{93}{}^{m}$, während er im Jahre 1824 $3{,}_{73}{}^{m}$ beträgt.

Dagegen ist 1857 nur ein 45maliges Wechseln der Wasserstände unter den angegebenen Pegelständen vorgekommen, während 1858 ein solches 67 mal, 1824 aber 115 mal eingetreten ist.

Pegel		1824													
von	bis	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Summa	Häufigkeit des Eintritts
Meter		Dauer in Tagen												Tage	Male
9,0	9,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8,5	9,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8,0	8,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	7	2
7,5	8,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	8	4
7,0	7,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	5	5
6,5	7,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	3
6,0	6,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2	6	4
5,5	6,0	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	3	7	12	6
5,0	5,5	3	—	—	—	6	—	—	—	—	1	—	10	20	8
4,5	5,0	2	—	—	—	4	5	—	—	—	—	—	10	18	10
4,0	4,5	4	—	—	—	6	8	5	1	1	—	—	5	30	12
3,5	4,0	1	1	—	1	11	10	4	4	4	—	—	5	38	17
3,0	3,5	1	3	7	9	2	7	17	25	14	9	—	—	94	16
2,5	3,0	7	16	9	7	—	—	5	1	11	15	—	—	62	14
2,0	2,5	6	15	15	10	—	—	—	—	—	6	—	—	52	11
1,5	2,0	7	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	11	3
1,0	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,5	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa		31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366	115

Stellt man nun die Summen dieser Dauer der einzelnen Wasserstände, sowie der Häufigkeit ihres Vorkommens in den betreffenden Jahren wiederum in ähnlichen Tabellen zusammen, so erhält man ein übersichtliches Bild von den Wasserverhältnissen der gesammten betrachteten Zeitperiode, in dem sich die Jahre mit den höchsten und niedrigsten Wasserständen eben so deutlich, wie die wasserärmsten und wasserreichsten Jahre markiren.

Die arithmetischen Mittel einerseits aus den Summen der Wasserstandsdauer, andererseits aus der Zahl der Häufigkeiten, sind dann, als Beantwortung der ersten beiden Fragen, die Resultate, welche die durchschnittliche Dauer und Häufigkeit der einzelnen Wasserstände im Jahre angeben.

Werden die Resultate der mittleren Dauer durch die der mittleren Häufigkeit dividirt, so geben die Quotienten Antwort auf die dritte Frage: „Wie lange hält ein gewisser Wasserstand an, wenn er überhaupt eintritt."

Ohne die einzelnen Special-Tabellen wiederzugeben, sollen hier nur die Schlufsresultate angeführt werden, und zwar:

1) der Gesammtdauer und Häufigkeit der Wasserstände an den Pegeln zu Coblenz, Cöln und Düsseldorf,

2) der mittleren Jahresdauer und Häufigkeit an denselben, und

3) der mittleren Dauer beim Eintreten eines Wasserstandes überhaupt.

Zur besseren Uebersicht dieser Resultate und zur leichteren Vergleichung unter einander sind dieselben auf Blatt T in Form von Curven dargestellt, deren Abscissen die einzelnen Pegelstände und deren Ordinaten die Anzahl der Tage resp. der Häufigkeiten bilden.

Fig. 1 giebt die Curve der Dauer der Wasserstände von 0 bis $0{,}_{5}{}^{m}$, von $0{,}_{5}$ bis $1{,}_{0}{}^{m}$ u. s. f. während eines Jahres,

Fig. 2 die der Häufigkeit des Vorkommens derselben während eines Jahres an, und

Fig. 3 die der Dauer eines Wasserstandes, wenn er überhaupt einmal eintritt.

Digitized by Google

Pegel		Coblenz		Cöln		Düsseldorf		Coblenz		Cöln		Düsseldorf		Coblenz	Cöln	Düsseldorf
von	bis	Gesammt-Dauer	Gesammt-Häufigkeit	Gesammt-Dauer	Gesammt-Häufigkeit	Gesammt-Dauer	Gesammt-Häufigkeit	Mittlere Dauer pro Jahr	Mittlere Häufigkeit pro Jahr	Mittlere Dauer pro Jahr	Mittlere Häufigkeit pro Jahr	Mittlere Dauer pro Jahr	Mittlere Häufigkeit pro Jahr	Dauer beim Eintreten		
Meter		Tage	Male	Tage	Male	Tage	Male	Tage	Male	Tage	Male	Tage	Male	Tage	Tage	Tage
9,0	9,5	1	1	5	3	—	—	0,02	0,02	0,09	0,05	—	—	1,00	1,67	—
8,5	9,0	2	2	6	5	1	1	0,04	0,04	0,11	0,09	0,02	0,02	1,00	1,20	1,00
8,0	8,5	9	6	24	13	12	6	0,16	0,11	0,44	0,23	0,22	0,11	1,50	1,85	2,00
7,5	8,0	14	10	47	29	42	19	0,25	0,18	0,85	0,53	0,77	0,35	1,40	1,62	2,21
7,0	7,5	39	24	58	38	47	28	0,71	0,44	1,05	0,69	0,85	0,51	1,62	1,53	1,68
6,5	7,0	44	32	102	56	87	46	0,80	0,58	1,85	1,02	1,58	0,84	1,38	1,82	1,89
6,0	6,5	94	53	137	88	122	74	1,71	0,96	2,49	1,60	2,22	1,35	1,77	1,56	1,65
5,5	6,0	135	79	219	134	157	101	2,45	1,44	3,98	2,44	2,85	1,84	1,71	1,63	1,56
5,0	5,5	216	124	372	206	291	165	3,93	2,25	6,76	3,75	5,29	3,00	1,74	1,84	1,76
4,5	5,0	432	215	620	314	513	265	7,85	3,91	11,27	5,71	9,33	4,82	2,01	1,97	1,94
4,0	4,5	869	368	1031	440	807	378	15,80	6,69	18,75	8,00	16,49	6,87	2,36	2,34	2,40
3,5	4,0	1569	524	1657	595	1341	493	28,53	9,53	30,13	10,82	24,36	8,96	2,99	2,78	2,72
3,0	3,5	2695	700	2831	752	2313	682	50,18	13,82	51,47	13,67	42,05	12,40	3,86	3,76	3,39
2,5	3,0	4708	869	3708	826	3622	808	85,60	15,80	67,42	15,05	65,82	14,69	5,42	4,48	4,48
2,0	2,5	5666	749	4681	739	4504	794	103,02	13,62	85,11	13,44	81,89	14,44	7,56	6,33	5,67
1,5	2,0	2669	364	3276	443	4154	580	48,35	6,62	59,56	8,05	75,53	10,55	7,31	7,42	7,16
1,0	1,5	537	73	998	162	1634	220	9,76	1,33	18,15	2,95	29,71	4,00	7,36	6,16	7,42
0,5	1,0	50	19	280	42	310	54	0,91	0,35	5,09	0,76	5,64	0,98	2,63	6,67	5,74
0	0,5	—	—	37	12	32	12	—	—	0,67	0,22	0,58	0,22	—	3,08	2,67
Summa		20089	—	20089	—	20089	—	365,07	—	365,24	—	365,22	—	—	—	—
Summa		—	4899	—	4272	—	4726	—	77,69	—	89,07	—	85,95	—	—	—

In sämmtlichen 3 Figurengruppen ist die Curve für den Pegel zu Coblenz punktirt, die für Cöln schwach und die für Düsseldorf stark ausgezogen.

Aus diesen Curven, sowie aus der vorstehenden Tabelle geht nun hervor:

1) dafs an sämmtlichen 3 Pegeln die Wasserstände von $2,_0$ bis $2,_5$ m die meisten Tage im Jahre in Anspruch nehmen, während

2) die Wasserstände von $2,_5$ bis $3,_0$ m am häufigsten eintreten;

3) dafs die gröfste Dauer beim einmaligen Eintreten für den Pegel zu Coblenz in der Höhe von $2,_0$ bis $2,_5$ m, für den Pegel zu Cöln in der Höhe von $1,_5$ bis $2,_0$ m und für den Pegel zu Düsseldorf in der Höhe von 1 bis $1,_5$ m stattfindet;

4) dafs die Anzahl der Tage ad 1 bei den Pegeln zu Cöln und Düsseldorf nahezu dieselbe ist, und

5) die Anzahl der Häufigkeit des Vorkommens ad 2 bei sämmtlichen 3 Pegeln als eine und dieselbe angesehen werden kann.

6) Wie bei den Curven des mittleren Flusses, so ist auch bei den vorliegenden Curven der aufsteigende Theil derselben steiler, als der abfallende.

7) Die Unregelmäfsigkeiten der Curven zumal in den höheren Wasserständen rühren davon her, dafs letztere nur in einzelnen der beobachteten 55 Jahre eingetreten, die Resultate also nur die Mittel aus wenigen Fällen sind.

Wenn nun auch zugegeben werden mufs, dafs die oben ermittelten Resultate keinen absoluten Werth für die Praxis haben, so tragen sie doch, im Anschlusse an die Ermittelung der Curve des mittleren Flusses und der 7 Wasserstands-Fixpunkte, dazu bei, die Natur des Flusses selbst weiter zu veranschaulichen.

Ehe diese Betrachtungen über die Dauer und Häufigkeit der Rheinwasserstände geschlossen werden, soll noch ein Ueberblick über die der Rheinschifffahrt in Bezug auf die Wasserstände günstigen und weniger günstigen Jahre verschafft werden.

Mit Rücksicht auf die Schifffahrt können nämlich die Wasserstände des Rheins in 3 Gruppen zerlegt werden:

1) Wasserstände bis 2 m am Cölner Pegel, bei denen die Rheinschifffahrt wegen nicht überall ausreichender Wassertiefe unterbrochen wird;

2) Wasserstände von 2 bis 4 m Cölner Pegel, die für die Schifffahrt die günstigsten sind, und

3) Wasserstände über 4 m Cölner Pegel, bei denen dieselbe durch theilweise zu starke Strömung und über 5 m durch Ueberfluthen der Leinpfade in der Ausübung erschwert resp. behindert wird.

Umstehend sind nun die Wasserstände mit ihrer Anzahl der Tage am Pegel zu Cöln in den Jahren 1817 bis incl. 1873 zusammengestellt.

Diejenigen Jahre also, in denen die Anzahl der Tage mit Wasserständen bis 2 m bedeutend gröfser sind, als mit solchen über 4 m, bei zugleich verhältnifsmäfsig geringerer Anzahl solcher von 2 bis 4 m, waren für die Rheinschifffahrt am ungünstigsten, diejenigen aber, bei denen das Gegentheil stattfand, am günstigsten, und es markiren sich daher als die ungünstigsten die Jahre 1857, 1858 (mit zufällig gleicher Anzahl Tage in den Wasserständen unter und über 2 m), 1832, 1865, 1822, 1864 oder diejenigen, die in der früheren Abhandlung als wasserärmste Jahre ermittelt worden sind. Dagegen heben sich als für die Schifffahrt sehr günstige die Jahre 1824, 1831, 1817, 1860, 1843 hervor, die zugleich die wasserreichsten sind.

Irgend eine Regelmäfsigkeit ist aber ebensowenig in dem Wiedereintritt der Jahre mit günstigen oder ungünstigen Wasserständen zu erkennen, wie in den Uebergangsjahren von den einen zu den anderen, und nur ersichtlich, dafs wasserarme Jahre meist 2 oder 3 hintereinander eintreten,
18 57 64 69
wie 1819, 1858, 1865, 1870, während die besonders was-
20 59
serreichen vereinzelt vorkommen.

Digitized by Google

Jahr	Dauer der Wasserstände: bis 2m Tage	von 2 bis 4m Tage	über 4m Tage	darunter über 5m Tage
1817	27	227	111	40
1818	137	161	67	29
1819	171	179	15	11
1820	125	217	24	13
1821	52	246	67	19
1822	182	175	15	—
1823	72	263	30	9
1824	11	246	109	61
1825	28	288	49	10
1826	159	197	9	—
1827	82	214	69	36
1828	56	273	37	7
1829	50	267	48	9
1830	56	258	51	22
1831	38	204	123	53
1832	227	128	11	5
1833	45	271	49	26
1834	175	154	36	27
1835	98	256	11	—
1836	77	224	65	26
1837	32	267	66	11
1838	40	259	66	8
1839	71	234	60	21
1840	97	217	52	33
1841	18	278	69	25
1842	157	184	24	7
1843	13	278	74	14
1844	26	277	62	25
1845	75	201	89	23
1846	30	262	73	39
1847	77	248	40	21
1848	91	215	60	27
1849	85	249	31	12
1850	36	291	38	24
1851	36	241	88	20
1852	24	270	72	16
1853	76	195	94	24
1854	114	205	46	19
1855	55	254	56	13
1856	75	235	56	21
1857	202	163	—	—
1858	202	163	—	—
1859	129	223	13	1
1860	2	271	93	29
1861	68	278	19	8
1862	96	252	17	13
1863	51	309	5	—
1864	148	213	5	—
1865	190	150	25	3
1866	45	280	40	9
1867	54	189	122	65
1868	65	270	31	10
1869	57	271	37	17
1870	136	185	44	20
1871	103	220	42	22
1872	63	240	63	30
1873	54	280	31	6
das arithmetische Mittel daher				
rot.	84	232	49	18
		365		

Dafs aus der vorstehenden Tabelle irgend welcher sichere Schlufs in Betreff der schon öfter an anderen Orten aufgestellten Frage: „ob die Wassermasse, welche jetzt die Flüsse abführen, geringer geworden ist gegen früher," für den Rhein gezogen werden kann, wäre gewagt zu behaupten, da zur bestimmten Beantwortung dieser Frage noch 2 wichtige Factoren, Querprofil und Geschwindigkeit, fehlen, ganz abgesehen von der immer noch zu geringen Gröfse der Zeitperiode 1817 bis 1873, welche die Tabelle umfafst.

Berücksichtigt man aber, dafs das arithmetische Mittel für die genannten 3 Wasserstandsgruppen in den qu. Jahren 84, 232 und 49 Tage sind, dafs ferner die Mittel einerseits aus den Jahren 1817 bis 1846, andererseits aus 1847 bis 1873

81, 230 und 54 Tage
resp. 86, 236 und 43 Tage

ergaben, und dafs endlich bei einer Theilung dieser 57 Jahre in 3 gleiche Abtheilungen sich als Mittel

94, 223 und 49 Tage
resp. 62, 242 und 61 Tage
resp. 94, 235 und 36 Tage

herausstellen, so dürfte wohl aus der Vergleichung der beiden ersteren Resultate vermuthet werden, dafs eine merkliche Differenz in dem Wasserreichthume des Rheines nicht eingetreten ist, während aus den letzteren 3 Resultaten vielleicht geschlossen werden könnte, dafs die Jahre 1817 bis 1835 durchschnittlich eben so viel Wasser abgeführt haben, als die Jahre 1855 bis 1873, während die mittleren Jahre 1836 bis 1854 wasserreicher gewesen zu sein scheinen.

Wie also der Tabelle nach eine wirkliche Wasserabnahme scheinbar nicht stattgefunden hat, so dürfte dies sich auch wohl nicht herausstellen, wenn in die desfallsigen Berechnungen die entsprechenden Querprofile und Geschwindigkeiten mit aufgenommen werden.

Genthin. Kluge.

Ueber den Kohlenverkehr auf den Preufsischen Eisenbahnen.

(Schlufs, mit Zeichnungen auf Blatt 67 bis 71 im Atlas.)

(Das Uebersetzungsrecht bleibt vorbehalten.)

Anlage der Kohlenbahnhöfe.

Wenn wir nunmehr, nachdem wir im Vorhergehenden eine, wie wir glauben, erschöpfende Darstellung der Betriebsmittel für den Kohlenverkehr gegeben haben, zur Anlage der Kohlenbahnhöfe selbst übergehen, so empfiehlt es sich, hierbei mit dem einfachsten System: den Kohlenbahnhöfen für Seitenentladung der Wagen zu beginnen. Obgleich für die Anwendung dieses Systems die Terrainverhältnisse meist günstig sind, und dasselbe überall, wo das Bahnplanum mindestens $1{,}_5{}^m$ und mehr über dem Terrain liegt, fast ohne alle Vorkehrungen ausgeführt werden kann, ist davon doch selten Gebrauch gemacht worden. Selbst da, wo die Stationen im Auftrage liegen, hat man die Vortheile, welche die Seitenentladung bietet, nicht nur aufser Acht gelassen, sondern gewöhnlich mit einem nutzlosen Kostenaufwande auch den Platz für die Lagerung der Kohlen bis auf die Höhe des Bahnplanums aufgeschüttet und die ausschliefsliche Entladung der Kohlenwagen mit der Schaufel beibehalten.

Eine Eisenbahn, welche das System der Seitenentladung mit Consequenz durchgeführt und diesem System entsprechend die Einrichtung der Kohlenwagen in Uebereinstimmung mit den Bahnhofsanlagen getroffen hat, ist die Kaiser Ferdinands-Nordbahn. Die Einrichtungen derselben für den Kohlenverkehr verdienen daher besondere Beachtung, weshalb wir es uns auch nicht versagen, den Kohlenbahnhof derselben in Wien näher zu beschreiben.

Digitized by Google

Der Kohlenbahnhof*) der a. pr. Kaiser Ferdinands-Nordbahn in Wien. (Blatt 67.)

Unter den Kohlenbahnhöfen des Continents nimmt entsprechend dem bedeutenden Kohlenverkehr**) der Nordbahn der Kohlenbahnhof derselben in Wien eine hervorragende Stellung ein.

Die Nordbahn, welche in gleicher Weise wie die meisten übrigen Oesterreichischen Eisenbahnen nur Kohlenwagen an jeder Langseite mit je 2 Klappthüren hat, so dafs sich nach Lösung derselben in jeder Längenwand 2 Oeffnungen von ca. $1{,}_{343}$ m Breite, $0{,}_{950}$ m Höhe und $1{,}_{275}$ □m Fläche bilden, ist in Folge dieser Construction der Wagen, deren Tragfähigkeit 225 Ctr. beträgt, und in Folge des Nichtvorhandenseins von Bodenklappen naturgemäfs auf die Seitenentladung hingewiesen. Verzichtet man nun darauf, alle 4 Klappthüren gleichzeitig zu öffnen, und beschränkt sich bei der Entladung nur auf die eine Seite, so geht zwar einestheils der Vortheil, den die 4 Klappthüren für die Selbstentladung bieten, zur Hälfte verloren, anderentheils gestalten sich aber die Entladungsvorrichtungen in einer so einfachen Weise, dafs, wie schon erwähnt, überall, wo das Entladegeleis nur um etwa 2 m über die daneben liegenden Lagerplätze erhöht ist, das Entladen der Wagen durch Oeffnen der an der entsprechenden Seite befindlichen Klappthüren und durch Ausstürzen der Kohlen, Erze etc. geschehen kann. Diese Art der Entladung, welche bei der nothwendigen tieferen Lage der Lagerplätze noch in den meisten Fällen eine Ermäfsigung der Erdarbeiten zur Folge haben wird, ist daher auch für kleinere Stationen ohne Schwierigkeiten anwendbar, und verdient deshalb um so mehr Beachtung.

Nach diesem Princip und begünstigt durch die Terrainverhältnisse — das Terrain liegt ca. $4{,}_{27}$ m unter Schienenunterkante — ist der Kohlenbahnhof der Nordbahn in Wien angelegt.

Derselbe besteht, wie aus dem Situationsplan Blatt 67 ersichtlich, aus den Kohlenhöfen Nr. 1 bis 4, welche eine Länge von 570 m bis 815 m, im Strafsenniveau eine Breite von $41{,}_{5}$ m und eine obere Breite von durchschnittlich 50 m haben.

Auf den Dämmen zwischen diesen Kohlenhöfen sind zur Aufstellung der beladenen und leeren Kohlenzüge 3 Geleisgruppen, aus je 5 Geleisen bestehend, angeordnet, die einerseits in der Richtung nach der Donau sowohl unter sich als mit den übrigen Bahnhofsgeleisen durch Weichen verbunden sind, während in der entgegengesetzten Richtung alle Geleise todt auslaufen, und hier die Verbindung vermittelst Drehscheiben und eines alle übrigen Geleise normal durchschneidenden, die Kohlenhöfe überbrückenden Geleises bewirkt wird.

Die Kohlenhöfe sind in der Sohle und in den Böschungen gepflastert und durch gemauerte Scheidewände in einzelne Abtheilungen, sogenannte Kohlenrutschen, eingetheilt, welche der Mehrzahl nach zwischen den Scheidewänden eine Länge von 10 Klftr. ($18{,}_{966}$ m) haben, bei einer Sohlenbreite von 4 Klftr. ($7{,}_{586}$ m) und einer im Durchschnitt 2 Klftr. ($3{,}_{793}$ m) hohen Lagerung reichlich 9000 Ctr. Kohle fassen, und zur gleichzeitigen Entladung von 3 Kohlenwagen dienen.

In den 4 Kohlenhöfen können bei vollständiger Füllung aller Kohlenrutschen ca. 2600000 Ctr. Kohlen gelagert werden. Da jedoch einerseits die Kohlenhändler die Rutschen aus geschäftlichen Rücksichten nicht immer vollgefüllt halten können, andererseits auch die Rutschen in gewissen Zeiträumen von der alten Kohle gänzlich geräumt werden müssen, so kann angenommen werden, dafs von dem wirklich vorhandenen Fassungsraum nur etwa $^2/_3$ ausgenutzt wird, in Berücksichtigung dieser Umstände also bequem 1750000 Ctr. Kohle gelagert werden können.

Gegenwärtig sind nur die ersten 3 Kohlenhöfe mit einem Quantum von ca. 1 Million Ctr. Kohle in Benutzung, der 4. Kohlenhof bleibt vorläufig reservirt.

Die Kohlenrutschen, welche mit Ausnahme einiger wenigen mit leichtem Dach versehenen Rutschen zur Unterbringung von Koks und feiner Schmiedekohle, offen sind, dienen fast ausschliefslich für den Kohlenhandel, nur eine geringe Anzahl kleinerer Rutschen sind für die Empfänger einzelner Wagenladungen bestimmt.

Der Betrieb auf dem Kohlenbahnhofe selbst wird keiner näheren Erklärung bedürfen. Nachdem bei der Ankunft der Kohlenzüge die einzelnen Wagen nach der Nummer des Kohlenhofes resp. der zwischenliegenden Geleise und nach der Nummer der einzelnen Kohlenrutschen beschrieben, demgemäfs rangirt und nach der Entladestelle gebracht worden sind, erfolgt die Entladung der an der Böschungskante der Kohlenrutschen stehenden Kohlenwagen zunächst durch Oeffnen der an der betreffenden Seite befindlichen Klappthüren, dann durch weiteres Herauswerfen der Kohlen mit der Schaufel. Die in den Kohlenrutschen aufgestapelte Kohle wird je nach Bedarf auf den mitten in den Kohlenhöfen befindlichen Strafsen abgefahren und hierbei am Ausgange der Kohlenhöfe gewogen, wo für jeden derselben je 2 für das Kohlengeschäft bestimmte Büreaugebäude nebst Centesimalwaagen angelegt sind.

In Betreff des Entladens der Kohlenwagen besteht die sehr nachahmungswerthe Einrichtung, dafs die Entladung ausschliefslich seitens der Eisenbahnverwaltung geschieht, welche dieselbe durch Partieen von 6 Arbeitern zu dem festen Satze von $0{,}_{4}$ Kr. resp. $0{,}_{6}$ Kr. pro Ctr. ausführen läfst, je nachdem das Entladen bei leeren oder schon theilweise gefüllten Rutschen leichter oder zeitraubender ist. Seitens der Eisenbahnverwaltung wird dafür von den Kohlenempfängern eine Manipulationsgebühr von 2 Kr. pro Centner erhoben, worin das Auf- und Abladen, sowie das erforderliche Rangiren der Wagen eingeschlossen ist.

*) Die Mittheilung des Situationsplanes und der darauf bezüglichen Zahlenangaben verdanken wir der Güte des K. K. Hofrathes und General-Inspectors der Kaiser Ferdinands-Nordbahn, Herrn von Eichler, Ritter von Eichenkron.

**) Der Kohlen- und Koksverkehr der Nordbahn betrug im Jahre:

	1868 Zoll-Ctr.	1869 Zoll-Ctr.	1870 Zoll-Ctr.	1871 Zoll-Ctr.	1872 Zoll-Ctr.
aus dem österreichisch-schles. u. Jaworznoer Kohlenrevier.	11928401	13223931	18775171	15955257	16127130
aus dem preufs.-schlesischen Kohlenrevier.	6481217	9102172	12117139	17516614	19832750
aus dem Rositzer Kohlenrevier . . .	962022	948053	919081	826847	610666
im Ganzen .	19366640	23274159	26811391	34298718	36570546

Es ist ersichtlich, dafs durch die von der Eisenbahnverwaltung bewirkte Entladung der Kohlen nicht nur den Kohlenempfängern eine wesentliche Erleichterung in Betreff der rechtzeitigen Beschaffung der Arbeitskräfte zu Theil wird, sondern dadurch, dafs das Entladen durch ständige und zuverlässige Arbeiter erfolgt, wird auch dem Kohlendiebstahl — einem meist sehr hervortretenden Uebelstande — die hauptsächlichste Veranlassung entzogen.

Eine nicht minder zweckmäfsige Anordnung besteht auch darin, dafs seitens der Eisenbahnverwaltung die Versicherung aller in den Kohlenhöfen lagernden Kohlen gegen Feuersgefahr verlangt und in der Weise bewirkt wird, dafs die Eisenbahnverwaltung die Versicherung übernimmt und dafür bei jeder Kohlenrutsche von ca. 9000 Ctr. Fassungsraum aufser der Miethe von 30 Fl. pro Monat noch eine Assecuranzgebühr von 7 Fl. 30 Kr. monatlich erhebt.

Der im Vorstehenden beschriebene Kohlenbahnhof, von welchem übrigens, wie schon erwähnt, der 4te Kohlenhof noch nicht vollständig ausgebaut ist, dient jetzt einem täglichen Eingange während des Winters bis zu 58000 Ctr. Kohlen.

Nachdem neuerdings die Kohlenhöfe an dem nach der Donau zu belegenen Ende ebenfalls eine Zufuhrstrafse unter den Geleisen hindurch erhalten haben, nunmehr von beiden Enden aus zugänglich sind, und somit der einzige Einwand beseitigt ist, den man in Betreff der Benutzung der Kohlenhöfe erheben konnte, darf die gesammte Anordnung, sowohl in Bezug auf die Anlage, wie in Betreff der von dem übrigen Güterverkehr getrennten Verwaltung und Einrichtung des Betriebes bei Anwendung von Kohlenwagen ohne Bodenklappen und mit nur einseitiger Entladung als mustergiltig angesehen werden.

Insbesondere verdient es Beachtung, wie im vorliegenden Falle bei der Lage der Bahnkrone, ca. $4{,}_{77}$ ″ über dem Terrain, gleichzeitig mit der zweckmäfsigen Einrichtung der Kohlenhöfe und der Herstellung eines so grofsen Kohlenlagers, wie es, soweit uns bekannt, aufser etwa in Ruhrort, in Deutschland nicht zu finden sein dürfte, eine so grofse Verminderung der Erdarbeiten verbunden ist, dafs schon durch diese Ersparnifs die Kosten für die Pflasterung und sonstige Anlagen der Kohlenhöfe gedeckt sein werden.

Wie einfach und zweckmäfsig jedoch das von der Kaiser Ferdinands-Nordbahn für die Einrichtung der Kohlenwagen und der Kohlenrutschen angenommene System ist, so läfst sich doch nicht verkennen, dafs auch im vorliegenden Falle bei Anwendung von Wagen mit Seiten- und Bodenklappen, Anordnung der Entladungsgeleise über den Lagerplätzen und Anwendung der doppelten Seiten- und Bodenentladung die Entladung selbst erleichtert, und der Fassungsraum durch Mitbenutzung des unter den Entladegeleisen vorhandenen Raumes noch erheblich vergröfsert resp. die Ausdehnung der Kohlenhöfe bei gleichem Inhalt noch hätte eingeschränkt werden können.

Wir geben nunmehr zu den Bahnhofsanlagen über, welche für den Betrieb von Kohlenwagen mit Seiten- und Bodenklappen bestimmt sind, und somit doppelte Seitenentladung und Bodenentladung zur Anwendung kommt, wenn auch, in Folge der nicht hinreichend grofsen Seitenthüren, noch nicht in der vollkommenen Weise, wie dies bei den vom Verfasser angegebenen Kohlenwagen der Niederschlesisch-Märkischen Bahn der Fall ist.

Wir können hierbei mit Genugthuung constatiren, dafs von den uns in Deutschland bekannt gewordenen Kohlenstationen, abgesehen von den Pfälzischen Eisenbahnen, von welchen wir durch gütige Vermittelung dieser Verwaltung die Kohlenbahnhöfe Ludwigshafen und Neustadt auf Blatt 68, welche einer speciellen Beschreibung nicht bedürfen werden, mittheilen, und abgesehen von den vom Rahrschiffahrts-Verein am Ruhrorter Hafen in dem ausgedehntesten Maafse ausgeführten Sturzbahnen für die Kohlenlager, sich auch auf den Preufsischen Eisenbahnen und zwar auf der Saarbrücker und Nassauischen Staats-Eisenbahn zweckmäfsige und mustergiltige Bahnhofseinrichtungen für den Kohlenverkehr vorfinden, worüber wir im Nachstehenden das Wichtigste mittheilen.

Kohlenbahnhof am Hafen*) bei Saarbrücken.

Der in dem alten Bette der Saar angelegte Hafen bei Saarbrücken, welchen eine Locomotiv-Eisenbahn mit dem Bahnhof Saarbrücken verbindet, ist auf beiden Ufern in einer erheblichen Länge, zum Ausstürzen der Kohlen aus den Eisenbahnfahrzeugen in die Schiffsgefäfse, mit Sturzbahnen versehen, welche durch die Zweckmäfsigkeit ihrer Anlage besonderes Interesse beanspruchen.

Die sehr eingehenden Mittheilungen, welche Hr. Hagen, jetzt Regierungs- und Baurath in Cöslin, in einem früheren Jahrgange dieser Zeitschrift über die vorgenannten Anlagen veröffentlicht hat, mögen daher, soweit sie sich auf den Kohlenverkehr beziehen, hier Platz finden.

Die Sturzbahn, welche an dem rechten Ufer des Hafens liegt, hat 38 Oeffnungen, von denen 5 Gruppen, von je 4 neben einander liegenden Oeffnungen, als Trichter ausgebaut, dagegen die dazwischen liegenden Oeffnungen, ebenfalls je 4 zusammen, nur mit gepflasterten Böschungen versehen sind.

Diese Anordnung weicht von den für ähnliche Zwecke gebräuchlichen Anlagen insofern ab, als hier eine gröfsere Anzahl von Trichtern nebeneinander liegen, durch welche zu gleicher Zeit die Kohlen in ein davor liegendes Schiff abgestürzt werden können, während gewöhnlich, abgesehen von den grofsartigen Anlagen in den englischen Häfen, unter gleichen Verhältnissen die Einrichtung getroffen ist, dafs in einem an dem Ufer entlang geführten Bahngeleise Drehscheiben angelegt sind, auf denen die Eisenbahnwagen nach den normal zum Ufer liegenden Geleisen gedreht und auf die einzelnen vorgebauten Trichter geschoben werden, durch welche dann die Kohlen in das darunter liegende Schiff abstürzen; ist der Wagen entladen, so mufs er über die Drehscheibe in einen freien Strang zurückgeführt werden, um einem anderen Wagen Platz zu machen — eine Einrichtung, welche sich z. B. in Ruhrort vorfindet, und in der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1870, mitgetheilt ist.

Bei den Sturzvorrichtungen am Saarbrücker Hafen ist versucht worden, den mit der letzterwähnten Anordnung verbundenen Zeit- und Arbeitsaufwand für das Verschieben und Drehen der Wagen zu vermeiden und die Einrichtung so zu treffen, dafs das Verladen in kürzester Zeit und mit möglichst wenigen Arbeitskräften ausgeführt werden kann. Zu

*) L. Hagen, Die Canalisirung der oberen Saar. Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1866.

Digitized by Google

diesem Behufe wechseln, wie schon erwähnt, in der Sturzbahn Gruppen von je vier Trichtern mit je vier Oeffnungen, die nicht trichterförmig ausgebaut sind. Da die Entfernung von Mitte zu Mitte $18,_5$ Fufs ($5,_8$ m) beträgt, so ist die Länge einer Trichtergruppe: $4 \times 18,_5 = 74$ Fufs ($23,_2$ m). Die Canalschiffe sind 110 Fufs ($34,_5$ m) lang; am hinteren und am vorderen Ende geht eine Länge von je 10 bis 18 Fufs (3 bis $5,_5$ m) für das Laden verloren, indem sich hier die Cajütten oder durch ein festes Deck abgeschlossene Räume befinden, so dafs der nutzbare Laderaum 80 bis 90 Fufs (25 bis 28 m) lang und mithin nur ein geringes Verholen des Schiffes erforderlich ist, um dasselbe aus den vier nebeneinander liegenden Trichtern vollständig und gleichmäfsig zu beladen.

Die Construction der Trichter, welche besonderes Interesse bietet, ist aus den auf Blatt 68 dargestellten Zeichnungen zur Genüge ersichtlich, und wird deshalb keiner weiteren Erklärung bedürfen. Nur möchte zu erwähnen sein, dafs die wasserseitige Oeffnung der Trichter eine Breite von 5 Fufs ($1,_{57}$ m) hat, in welche sich die eiserne Klapprinne legt, die beim Verladen der Kohlen in die Schiffe herabgeschlagen wird. Diese Rinnen sind aufser der in der Zeichnung angegebenen Länge demnächst noch um 20 Zoll (524 mm) verlängert worden, um die Kohlen mehr in die Mitte des Schiffes zu führen. Um die Wagen in die Trichter entladen zu können, auch wenn das Verladen der Kohlen in die Schiffe zeitweise behindert ist, kann jeder Trichter durch eine nahezu vertikal hängende hölzerne Klappe geschlossen werden. In der Zeichnung sind diese Klappen geschlossen dargestellt; die geöffnete Stellung ist durch punktirte Linien angedeutet. Je nachdem die eiserne Klapprinne mittelst der Winde und Ketten steiler oder flacher gestellt wird, kann das Abrutschen der Kohlen beschleunigt und verzögert und dadurch bei dem Abstürzen selbst eine gleichmäfsige Vertheilung in dem Schiffe bewirkt werden.

Ueber den Trichtern liegen auf den obersten Stufen der Pfeiler einfache Bohlen, von denen aus die Arbeiter die Bodenklappen und auch die in den Seitenwänden befindlichen Thüren der Wagen öffnen können.

Wenn auch eine ähnliche Anlage, wie die vorerwähnte, nur unter besonderen örtlichen Verhältnissen wird in gleicher Weise zur Anwendung kommen können, so liegen derselben doch im Wesentlichen auch die Principien zu Grunde, die bei der Entladung der Kohlenwagen mittelst Sturzbahnen auf Lagerplätze zur Anwendung kommen. Wir haben daher geglaubt, von einer neuen Veröffentlichung des Kohlenbahnhofs am Hafen bei Saarbrücken um so weniger Abstand nehmen zu dürfen, einerseits, um einen vollständigen Vergleich über die verschiedenen Systeme der Kohlenbahnhöfe zu geben, andererseits, weil bei der erhöhten Aufmerksamkeit, welche jetzt der Hebung der Fluís- und Canal-Schifffahrt zugewendet werden soll, die Entladung der Kohlenwagen in die Schiffsgefäfse eine ausgedehntere Anwendung finden dürfte.

Sturzbahnen der Nassauischen Eisenbahn.*)

Blatt 69 zeigt eine auf dem Bahnhof Oberlahnstein ganz in Eisen ausgeführte Sturzbahn für den daselbst sehr ausgedehnten Eisenerzverkehr, ingleichen eine auf der Station Hadamar ausgeführte Sturzbahn für den Kohlenverkehr, eine Anlage, welche für kleinere Stationen, wo es sich nur um die Anlage eines einfachen Entladegeleises handelt, zweckmäfsige Anwendung finden wird.

Beide Anlagen sind so einfach, dafs wir glauben, uns auf die Mittheilung der Zeichnungen beschränken zu können.

*) Wir verdanken die Veröffentlichung dieser Zeichnungen der Güte des Geheimen Regierungsrathes Hilf, technischen Mitgliedes der Königlichen Eisenbahn-Direction in Wiesbaden.

Englische Kohlenbahnhöfe.

Aufser dem ausschliefslich für eine einseitige Seitenentladung der Kohlenwagen angelegten Kohlenbahnhof der Kaiser Ferdinands-Nordbahn in Wien, den auf beiderseitige Seiten- und Bodenentladung berechneten Sturzbahnen auf den Stationen der Pfälzischen, Saarbrücker und Nassauischen Eisenbahn, zeigen die englischen Bahnen noch eine besondere Art von Kohlenbahnhöfen, bei welchen die Geleise nicht auf einzelnen Pfeilern, sondern auf einem gewölbten Viaduct liegen, welcher im Scheitel der Gewölbe mit hinreichend grofsen Oeffnungen zur Aufnahme der aus den Eisenbahnfahrzeugen in die unter den Gewölben befindlichen Rinnen fallenden Kohlen, versehen ist.

Der Umfang des Kohlenverkehrs auf den Hauptbahnen Englands, die Nothwendigkeit, zur Abkürzung des Strafsentransportes und zur Verminderung der damit verbundenen Kosten die Kohlenstationen soweit als irgend möglich in das Innere der Städte zu verlegen, die bei dem Kohlen-Detailgeschäft gestellte Bedingung, die Kohlen mittelst Siebevorrichtungen für die verschiedenen Anforderungen zu sörtiren, und die aus dem hohen Werth des Grund und Bodens sich ergebende Folge, das Bauterrain auf das Aeufserste einzuschränken und auszunutzen, alle diese Umstände haben zur Anlage der im Nachstehenden beschriebenen Kohlendepots Veranlassung gegeben, die zwar bis jetzt sich nur in England vorfinden, die aber ihrer Zweckmäfsigkeit und günstigen Rentabilität wegen auch anderweit mit Vortheil anzulegen sein werden.

Kohlendepot der Great Eastern Railway in London.

Das auf Blatt 70 dargestellte, von den Ingenieuren Sinclair und Wilson erbaute neue Kohlendepot der Great Eastern Railway*) liegt im nordöstlichen Theile von London, in der Nähe der Bricklane-Güterstation dieser Bahn. Wie die Great Eastern selbst von ihrem Terminus, der Bishopsgate-Station ab auf einem gewölbten Viaduct liegt, so zweigt sich von diesem Viaduct der Hauptlinie und zwar an dem Punkt, wo die in der Ausführung begriffene East London Railway unter der Great Eastern hindurchgeht, fast im rechten Winkel ein zweiter Viaduct ab, der, $7,_{84}$ m bis 9 m über dem Terrain liegend, sechs Geleise, die 4 äufseren für beladene, die beiden mittleren für leere Wagen, trägt, und in dem Raum unter den Gewölben als Kohlendepot dient. Die Benutzung dieses Raumes, welcher bei der Lichtweite der Oeffnungen von $9,_{41}$ m und der Länge der Gewölbe von $22,_9$ m durch eine Mittelmauer in zwei Hälften getheilt ist, geschieht in der Weise, dafs sich in dem Gewölbscheitel jedes Compartimentes eine 3 m lange, $1,_6$ m breite Oeffnung befindet, durch welche vermittelst Oeffnung der Seiten- und Bodenklappen des über der Oeffnung stehenden Eisenbahnwagens die Kohlen hindurch und zwar auf geneigte Siebe-

*) Zeichnung und Beschreibung ist der Zeitschrift „The Engineer“ Febr. 19, 1869 entnommen.

Digitized by Google

vorrichtungen stürzen. Dabei wird die Kohle in den verschiedenen Gröfsen sortirt, fällt am Ende der Siebevorrichtung, von denen in jedem halben Gewölbefelde bis vier angebracht werden können, in die auf einer Decimalwaage stehenden ledernen Säcke, mittelst deren in London der Transport der Kohlen für den Hausgebrauch stattfindet, wird somit gleichzeitig verwogen und kann nunmehr mittelst Landfuhrwerk von den beiden, den Viaduct begrenzenden Strafsen aus zum Verkauf fortgeschafft werden.

Während sich die vorstehende, lediglich für Haushaltungskohle bestimmte Vorrichtung in den mit einer Zwischendecke versehenen Gewölbe-Compartimenten von gröfserer Lichthöhe ($6{,}_{9}$ m) befindet, wird die auf der anderen Seite des Viaductes liegende Reihe von Gewölben, welche nur $5{,}_{55}$ m Lichthöhe haben und deshalb ohne Zwischendecke angelegt sind, für Maschinenkohle benutzt, die ohne gesiebt zu werden aus den Eisenbahnwagen in die Magazine entladen wird.

Die auf dem Kohlendepot liegenden sechs Geleise sind mit der Hauptlinie der Great Eastern durch Weichen verbunden und führen am anderen Ende auf eine Schiebebühne, mittelst welcher die Bewegung einzelner Wagen aus den Entladegeleisen in die Geleise für die Aufstellung der leeren Wagen stattfindet.

Aufserdem sind auch noch auf der halben Länge des Viaductes 2 Weichenstrafsen angebracht, um mittelst derselben ganze Züge entleerter Wagen aus den Entladegeleisen nach den Aufstellungsgeleisen für die leeren Wagen bewegen zu können.

Die Beförderung der beladenen Kohlenzüge von der Hauptbahn nach dem Kohlendepot und der leeren Wagen in umgekehrter Richtung geschieht durch Locomotiven.

Diese Kohlenstation, welche von allen Seiten eingeschlossen und mit 3 Thoren, jedes mit einer Centesimalwaage zum Wiegen des Strafsenfuhrwerks, versehen ist, hat einschliefslich der beiden an dem Haupteingange liegenden Gebäude, welche 15 Comptoirs enthalten, einen Flächeninhalt von ca. 6 preufs. Morgen (150 Ar). Die Menge der in den 51 Gewölbe-Compartimenten des Viaductes zu magazinirenden Kohlen soll 300000 Ctr. betragen.

Die einzelnen Kohlenmagazine sind nebst den dazu gehörigen, aber in den vorerwähnten besonderen Büreaugebäuden angeordneten Comptoirs an Kohlenhändler zu einem die Anlage-, Unterhaltungs- und Betriebskosten vollständig deckenden Betrage vermiethet, der jedoch, um die Miether zu einem lebhaften Geschäftsbetriebe anzuregen und dadurch das Transportquantum der Bahn zu vermehren, derartig normirt ist, dafs die Miethe um so geringer wird, je gröfser der Jahresumsatz an Kohlen bei dem einzelnen Miether ist.

Kohlendepot der Midland Railway in London.

Ein nach denselben Principien neuerdings erbautes, nur in der Grundrifsform abweichendes Kohlendepot ist das der Midland Railway auf der St. Pancras-Station in London.

Zwischen den von der Personenstation ausgehenden Hauptgeleisen und der Aldenham Terrace, einer ziemlich belebten Strafse, befand sich ein dreieckiger Platz, der für andere Zwecke schwer verwerthet werden konnte und nun in einer sinnreichen Weise als Kohlendepot benutzt worden ist. Das auch hier ca. $7{,}_{84}$ m über dem Strafsenpflaster liegende Bahnplanum ist nämlich in der Flucht der Aldenham Terrace durch einen gewölbten Viaduct abgeschlossen, von dessen 23 Oeffnungen jede ein Kohlenmagazin bildet und von der Strafse aus mit Landfuhrwerk zugänglich ist.

Der über diesem Viaduct befindliche Raum, in welchem die Eisenbahnwagen zur Entleerung der Kohlen in die in den Gewölben angebrachten Oeffnungen aufgestellt werden, ist in der ganzen Länge mit einer leichten, an den Seiten offenen Halle überdacht. Während aber bei dem Kohlendepot der Great Eastern die Entladegeleise nach der Längenrichtung des Viaductes in Locomotiv-Verbindung mit den Hauptgeleisen angeordnet werden konnten, mufsten hier wegen der dreieckigen Form des disponiblen Platzes die Entladegeleise normal auf die Strafsenfront und zur Verbindung dieser aus zwanzig kurzen Doppelgeleisen, von zunehmender Länge, bestehende Geleisgruppe in den beiden langen Seiten des Dreiecks zwei Schiebebühnen angelegt werden, die eine an der Strafse und parallel derselben, die andere Schiebebühne divergirend mit dieser Richtung, da auf den vierzig Geleisen zwischen beiden Schiebebühnen an dem einen Ende nur 4 Wagen auf einem Geleise, an dem anderen Ende nur ein Wagen aufgestellt werden können. Von der letztgenannten Schiebebühne aus wird durch eine Reihe von Drehscheiben die Verbindung mit den übrigen Bahnhofsgeleisen vermittelt. Die Schiebebühnen selbst werden wegen der bedeutenden Längenbewegung durch Pferde gezogen.

Aehnliche Kohlendepots, wenn auch nur von beschränkter Ausdehnung, finden sich an einzelnen Stellen der zum gröfsten Theil auf einem gewölbten Viaduct liegenden London-Blackwall-Linie, indem an solchen Stellen der Viaduct nur um ein oder zwei Geleise auf kurze Länge verbreitert worden ist.

Kohlendepot der Great Northern Railway in London.

Ferner finden sich auf der Kings Cross-Güterstation (London) der Great Northern, welche überhaupt nächst der Midland Railway den gröfsten Kohlenverkehr unter den in London mündenden Eisenbahnlinien hat, aufser sehr ausgedehnten Kohlenlagerplätzen im Niveau der Schienen, zwei umfassende Kohlendepots, welche der Great Eastern und Midland als Vorbild gedient zu haben scheinen, und wie diese, im Vorhergehenden näher beschriebenen Anlagen, ebenfalls auf gewölbten Viaducten angeordnet sind.

Aufserdem dafs hier in gleicher Weise die unter den Viaducten befindlichen Räume als Kohlenmagazine dienen, ist auch für eine directe Ausladung der Kohlen aus den Eisenbahnfahrzeugen in die Frachtwagen in der Weise Fürsorge getroffen, dafs die aus den Eisenbahnwagen mittelst Lösung der Bodenklappen durch die in den Gewölben befindlichen Oeffnungen stürzenden Kohlen in mit Schieber geschlossene Trichter, und aus denselben nach Oeffnung des Schiebers in das darunter stehende Landfuhrwerk fallen. Ferner ist zur Entladung von Kohlenwagen, welche nicht mit Bodenklappen versehen sein sollten, eine Vorrichtung zur Entladung der Kohlenwagen durch Drehung derselben um ihre Längenachse vorhanden.

Bei dem grofsen Interesse, welches die Gesammtanlage des Güter- und Kohlenbahnhofs Kings Cross (London) der Great Northern darbietet, glauben wir uns gestatten zu dürfen, den Situationsplan*) dieses Bahnhofes auch hier mitzutheilen.

*) Durch die Güte des Wirklichen Geheimen Ober-Regierungsraths a. D. Herrn Hartwich ist uns gestattet worden, aus dem von

Digitized by Google

Indem wir uns, was den Güterbahnhof betrifft, auf die von dem Verfasser schon in den „Reisestudien über das englische Eisenbahnwesen“ gegebenen Erörterungen beziehen, glauben wir in Betreff der Anlagen für den Kohlenverkehr nur noch hervorheben zu sollen, dafs bei der Lage des gesammten Güter- und Kohlenbahnhofs in Terrainhöhe die gewölbten Kohlenmagazine in einer entsprechenden Höhe über dem Bahnhofsplanum angelegt werden mufsten. Die Vermittelung dieses Höhenunterschiedes ist daher durch Anlage von Rampen bewirkt worden und der Betrieb findet in der Weise statt, dafs die Kohlenzüge mittelst Locomotivkraft auf die gewölbten Kohlenmagazine geschoben, die Wagen dort entladen, demnächst unter Benutzung der am Ende der Geleise liegenden Schiebebühne nach den zur Seite liegenden Aufstellungsgeleisen für leere Wagen gebracht werden und von diesen auf der geneigten Ebene durch ihre eigene Schwere nach den im Niveau des Bahnhofs liegenden Sammelgeleisen laufen.

Aufser den vorerwähnten überwölbten Kohlendepots in London und aufser dem nach dem System der Pfeilerbahnen angelegten Agar-Town-Kohlendepot in London, deren Anlagen einen ausgedehnten Kohlenverkehr voraussetzen, sind auch auf kleineren Stationen z. B. auf der Great Northern und North Eastern einfachere Einrichtungen getroffen, um die Entladung und Magazinirung der Kohlen zu erleichtern, indem, nach dem Princip der von der Nassauischen und Pfälzischen Bahn mitgetheilten Pfeilerbahnen, aber meist in der einfachsten Weise, ein Geleis in einer Höhe von 3″ bis 5″ über dem Terrain, der Oberbau auf hölzernen oder eisernen, durch Mauerpfeiler unterstützten Trägern ruhend, angelegt ist, und die Kohlen durch Oeffnung der Bodenklappen in den Eisenbahnfahrzeugen in die zwischen den Mauerpfeilern gebildeten Räume entleert, dort magazinirt oder gleich mittelst Landfuhrwerks abgefahren werden.

Absturzvorrichtungen in das Landfuhrwerk.

Die im Vorhergehenden erwähnten, für den Kohlenverkehr getroffenen Einrichtungen auf den Bahnhöfen sind jedoch fast ausschliefslich für den Kohlenhandel oder für die Industrie bestimmt, und treffen somit noch keine Fürsorge für die Empfänger einzelner mit Kohlen beladener Wagen. Aber gerade für die Einzelempfänger, wenn dieselben entfernt von den Stationen, auf dem Lande oder auch in grofsen Städten wohnen, ist es selbst bei der im letzteren Fall meist nur thunlichen Voravisirung mit grofsen Schwierigkeiten verknüpft, die Kohlen innerhalb der regulativmäfsigen Entladungsfrist zu entladen. Da die im Fall der Ueberschreitung derselben zu erhebende Strafmiethe, selbst wenn sie unnachsichtlich zur Einziehung kommt, keinen genügenden Ersatz für die entzogene Benutzung des Wagens, der entsprechenden Geleisanlage und des Ladeplatzes bietet, so erscheint es zweckmäfsig, sowohl zur Beseitigung dieser Schwierigkeiten und Unannehmlichkeiten, die gerade dadurch in Bezug auf den Verkehr zwischen dem Publikum und der Eisenbahn entstanden sind, als auch zur Herbeiführung eines regelmäfsigen beschleunigten Wagenlaufes, dafür ebenfalls Einrichtungen zu treffen, dafs die für Private ankommenden einzelnen Kohlenwagen, ohne die Ankunft des für die Abfuhr erforderlichen Landfuhrwerks abzuwarten, sofort entladen werden können. Auf kleinen Stationen, auf welchen es sich täglich nur um einige Ladungen Kohlen handelt, wird es genügen, wenn durch Anlage einiger Kohlenrutschen Gelegenheit gegeben wird, die Kohlenwagen sofort zu entladen.*)

Bei grofsen Stationen dagegen, wo es sich täglich um eine Menge von Einzelladungen handelt, durch deren sofortige gleichzeitige Entladung die Ausnutzung der Wagen und Stationsanlagen wesentlich erhöht, sowie die Regelmäfsigkeit des Kohlenverkehrs ermöglicht wird, während andererseits, wenn die Entladung jedes einzelnen Wagens den Privaten überlassen bleibt, durch die zu verschiedenen Zeiten erfolgende Entladung die Räumung der Ladegeleise und die Wiederbenutzung der Wagen, sowie der gesammte Stationsdienst erschwert wird, dürften Vorkehrungen zur sofortigen Entladung der Kohlenwagen ungeachtet der allerdings nicht unerheblichen Anlagekosten zweckmäfsig und ökonomisch vortheilhaft sein.

Diese allgemeinen Erwägungen, verbunden mit dem Umstande, dafs auf der Station Berlin der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn aufser den Kohlen, welche für die dem Kohlenhandel dienenden Lagerplätze bestimmt sind, täglich bis zu 100 Wagenladungen à 200 Ctr. und darüber zur Entladung kommen, dafs ungeachtet der am Tage vorher erfolgenden Avisirung die rechtzeitige Entladung innerhalb 12 Stunden nur mit Schwierigkeiten zu erreichen ist, die Entladung der verschiedenen Ladegeleise selten gleichzeitig erfolgt, deshalb die Ladegeleise in der Regel nur einmal täglich besetzt werden können, und dadurch die Leistungsfähigkeit der Stationsanlagen aufserordentlich reducirt wird — alle diese Momente haben den Verfasser dahin geführt, auch auf die Anlage umfassender Entladungsvorrichtungen für Einzel-Ladungen Bedacht zu nehmen.

Leider sind die bezüglichen Projecte noch nicht bis zur Ausführung gediehen, weshalb der Verfasser sich darauf beschränken mufs, in der auf Blatt 70 dargestellten Skizze die diesen Projecten zu Grunde liegende Idee mitzutheilen.

Wie bei den rationell angelegten Ladevorrichtungen der Kohlengruben, mit der Ladebühne Trichter zur Aufnahme der Kohlen aus den Hunden verbunden zu werden pflegen, um auch während der Zeit, während welcher entweder Eisenbahnfahrzeuge überhaupt nicht zur Stelle oder während des Aus- und Einsetzens der Wagen die Ladegeleise momentan nicht besetzt sind, den Grubenbetrieb in keiner Weise zu unterbrechen und das Ausstürzen auf die Halde zu vermeiden, wobei die Trichter gemeinsam eine solche Gröfse erhalten, um den Inhalt einer Wagenladung aufzunehmen, so ist auch dieses Princip dem auf Blatt 70 dargestellten Project zu Grunde gelegt worden. Nur handelt es sich nicht um das Ausstürzen der Kohlen aus den Hunden vermittelst der Trichter in die Eisenbahnfahrzeuge, sondern aus den letzteren in das Landfuhrwerk. Zu diesem Zweck sollen die Trichter, welche ebenfalls auf den Inhalt einer Wagenladung von 200 bis 300 Ctr. berechnet sind, eine solche Höhenlage erhalten, dafs das Landfuhrwerk unter den Trichter fahren kann, und durch Oeffnung desselben, zu welchem Zweck eine

demselben veröffentlichten Werk: Aphoristische Bemerkungen über das Eisenbahnwesen etc. den erwähnten Situationsplan mittheilen zu dürfen.

*) Wie uns mitgetheilt wird, sind auch auf den Stationen der Rheinischen Eisenbahn Kohlenrutschen, unten mit einem Verschlufs versehen, durch dessen Oeffnung die Kohlen in das darunter stehende Landfuhrwerk fallen, zur Anwendung gekommen.

Digitized by Google

Thür mittelst Aufzugs bewegt wird, die Kohlen auf der schiefen Ebene des Trichters ohne weitere Nachhilfe in das Landfuhrwerk fallen.

Diese wenigen Worte werden genügen, um den Betrieb dieser Absturzvorrichtungen mit Trichtern, deren nähere Anordnung aus der Zeichnung selbst ersichtlich sein dürfte, zu erläutern. Auch ergiebt sich daraus ohne Weiteres, dafs durch die Selbstentladung der mit Seiten- und Bodenklappen versehenen Eisenbahnfahrzeuge und durch die Selbstbeladung des Landfuhrwerks die Anwendung von Handarbeit auf ein Minimum reducirt wird.

Ziehen wir alle Vortheile in Betracht, welche sich bei dieser Einrichtung sowohl für die Eisenbahnen wie für das Publikum ergeben, so glauben wir, dafs es bei voller Anrechnung der Anlage- und Unterhaltungskosten derartiger Absturzvorrichtungen noch ohne pecuniären Nachtheil wird geschehen können, ohne wesentliche Erhöhung der Maximal-Expeditionsgebühr von 1 Thr. pro 100 Ctr. und Endstation, dem Publikum kostenfreie Entladung der Kohlen in der vorerwähnten Weise zu gewähren.*)

Dieser, allerdings zunächst und vorzugsweise dem Publikum zukommende Vortheil gewährt der Eisenbahnverwaltung aufser der rascheren Entladung der Wagen noch die Möglichkeit, durch Annahme zuverlässiger Arbeiter und Ausschlufs aller fremden Arbeiter der so vielfach beklagten Beraubung der Kohlenwagen in wirksamer Weise vorzubeugen.

III. Einfluſs der vorerwähnten Verbesserungen auf den Betrieb.

Nachdem wir im Vorhergehenden die zunächstliegenden Vortheile erwähnt haben, welche sich aus der empfohlenen Einrichtung der Kohlenwagen zur Selbstentladung und aus der Anlage von Sturzbahnen ergeben, bleibt uns nur noch übrig, den weiteren günstigen Einfluſs zu erwähnen, welchen diese Verbesserungen für die Anlage und den Betrieb der Stationen haben werden.

Erleichterung in Betreff der Anlage der Stationen durch Herstellung besonderer Kohlenbahnhöfe.

Es ist eine bekannte Thatsache, dafs bei der Anlage grofser Stationen nach den früheren Anschauungen, welche die Vereinigung des Personen-, Stückgüter- und des Kohlenbahnhofes in unmittelbarem Zusammenhange und in demselben Niveau verlangten, die Beschaffung eines hinreichend grofsen Terrains in der beanspruchten, ein abgerundetes Ganze bildenden Form meistens auf sehr grofse Schwierigkeiten stiefs, die gewöhnlich dadurch beseitigt wurden, dafs eine solche Bahnhofsanlage so weit von der betreffenden Stadt entfernt wurde, bis sich eine hinreichend grofse disponible Fläche in wenig abweichender Höhenlage vorfand.

Nachdem inzwischen die Erkenntnifs sich immer mehr Bahn bricht, dafs die Vortheile einer günstigen Lage der Haupt-Stationen in nächster Nähe der Verkehrs-Mittelpunkte der angrenzenden Städte nicht allein den letzteren, sondern in gleichem Maafse auch den Eisenbahnen selbst zu Gute kommt, und dafs die bei der Anlage entstehenden Mehrkosten reichlich durch die Erleichterung des Verkehrs aufgewogen werden, nachdem nunmehr auch die Meinungen sich dahin geklärt haben, dafs der unmittelbare Zusammenhang der Personen- und Güterstationen nicht überall nothwendig und zweckmäfsig ist, bietet die Anlage besonderer Kohlenbahnhöfe mit Sturzbahnen einerseits durch die räumliche Trennung, andererseits durch die verschiedene Höhenlage ein neues Hilfsmittel, durch Theilung der Bahnhofsanlagen nach den verschiedenen Bedürfnissen die Stationen selbst dem Centrum der Städte mehr zu nähern, und Grundstücke von unregelmäfsiger Gestalt, die nach den bisherigen Principien kaum benutzbar sein würden, zu verwenden.

Es setzt dies allerdings eine gröfsere Mannigfaltigkeit in der Auffassung der Projecte voraus, wie sie besonders den englischen Ingenieuren in so hohem Grade eigen ist, welche Grundstücke von der anscheinend ungünstigsten Form durch Anwendung von Schiebebühnen und Drehscheiben nutzbar machen und welche durch den Mangel und hohen Werth der Handarbeit gezwungen sind, der Zeit- und Kostenersparnifs wegen auf die Anwendung mechanischer Anlagen für den Betrieb in viel höherem Grade Bedacht zu nehmen, als die Verhältnisse in Deutschland dies erfordern. Dafs übrigens im Centrum der Stadt nahe gelegene Stationen durch Verringerung der Kosten des Strafsentransportes indirect eine Tarifermäfsigung durch Verminderung der Gesammt-Transportkosten gewähren und daher vorzugsweise vom Publikum benutzt werden — ein Gesichtspunkt, der bei der steigenden Concurrenz der Bahnen von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit ist — wollen wir hier nur beiläufig erwähnen.

Mit der Anlage besonderer Kohlenbahnhöfe und der Anwendung von Sturzbahnen wird in der Regel auch eine erhebliche Verminderung des Rangirdienstes zu erreichen sein.

Verminderung des Rangirdienstes.

Werden die Kohlen, wie dies die Verhältnisse bei Bahnen mit ausgedehntem Kohlenverkehr mit sich bringen, in besonderen Kohlenzügen befördert, so können dieselben direct und ohne weitere Umformung in den Kohlenbahnhof übergeführt und dort nach den höherliegenden Sturzbahnen geschoben werden, wenn nicht etwa, wie z. B. bei dem Kohlendepot der Great Eastern, oder bei einzelnen Stationen der Berliner Ringbahn, die Eisenbahn bereits in der erforderlichen Höhe über dem Terrain liegt.

Die weitere Bewegung der Kohlenwagen behufs Entladung auf den Sturzbahnen geschieht entweder mittelst Menschenkraft, oder unter Benutzung von Schiebebühnen. Die auf Blatt 70 und 71 dargestellten Kohlenstationen der Great Eastern und Great Northern, sowie auch die Seite 515 erwähnte Kohlenstation der Midland Railway zeigen übereinstimmend die Anwendung von Schiebebühnen, welche in den beiden ersten Fällen durch Menschenkraft, bei der Midland

*) Nachstehender Vergleich der Entladungskosten dürfte von Interesse sein.

Station Berlin der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn.

Nach den Angaben der Kohlenhändler betragen die Entladungskosten bei der gewöhnlichen Construction der Kohlenwagen, wobei die Kohlen mit der Schaufel aus den Wagen herausgeworfen werden, pro Ctr. . . . . 1 Pf.

Müssen dagegen die Kohlen weiter geworfen und verkarrt werden, pro Ctr. . . . . 2—3 Pf.

Für Wagen mit Seiten- und Bodenklappen unter Anwendung von Sturzbahnen würden sich dagegen die Kosten stellen pro Ctr. auf . . . . . 0,25—0,33 Pf.

Station Wien der Kaiser Ferdinands-Nordbahn.

Für Wagen mit 2 Seitenklappen unter Anwendung von Kohlenrutschen stellen sich die Kosten pro Ctr. auf . . . . . 0,9—1,3 Pf.

Hafenstation Ruhrort.

Bei Anwendung von Sturzbahnen und nur theilweiser Benutzung von Trichterwagen, während bei den meisten Eisenbahnwagen die Kohlen zum gröfsten Theil mit der Schaufel entladen werden müssen, stellen sich die Kosten durchschnittlich pro Ctr. auf 0,5 Pf.

Digitized by Google

Railway durch Pferdekraft bewegt werden. Aus dieser gleichmäfsigen Anwendung der Schiebebühnen auf den drei gröfsten Kohlenstationen Londons darf wohl auch mit Recht gefolgert werden, dafs man für die hierbei vorkommenden einfachen Bewegungen zwischen parallelen Geleisen der Benutzung der Schiebebühnen vor der Anwendung der Drehscheiben den Vorzug giebt.

Hiernach läfst sich die Inanspruchnahme der Locomotiven auf die Zuführung der beladenen und Abholung der leeren Kohlenwagen beschränken, während die Zwischenzeit zwischen der Ankunft und Abfahrt der Kohlenzüge, welche zur Verproviantirung der Zugmaschine und zur Erholung des Fahrpersonals erforderlich ist, hinreicht, um die Wagen auf der Sturzbahn zu entladen und die leeren Wagen wieder zu einem Zuge zusammenzustellen.

Ob eine noch weitere Einschränkung in Bezug auf die Inanspruchnahme der Locomotivkraft thunlich ist, hängt von den Terrainverhältnissen ab. Gestalten sich dieselben in ähnlicher Weise wie bei dem Kohlendepot der Great Northern Railway in London, dafs nämlich die Sturzbahnen höher als die Bahnhofsgeleise liegen, so dürfte es, unter Beachtung entsprechender Vorsichtsmaafsregeln, auch bei uns keinem Bedenken unterliegen, die entleerten Kohlenwagen von den Sturzbahnen nach den tiefer liegenden Bahnhofsgeleisen laufen zu lassen.

In den Kohlenhäfen an der Ostküste*) Englands, z. B. in South-Shields, wo die Bahngeleise in einer bedeutenden Höhe von 30 bis 40′ über dem Deck der Seeschiffe liegen, in welche die Kohlen verladen werden, hat man allerdings den Geleisen eine solche Anlage gegeben, dafs nicht nur die beladenen Wagen durch ihre eigene Schwere nach der Abladestelle herablaufen, sondern auch die entleerten Wagen von da mit Gefälle nach den Sammelgeleisen für die leeren Wagen zurückgeführt werden. Je nach der Länge des auf diese Weise zurückzulegenden Weges befinden sich die leeren Wagen wohl 8 bis 15′ tiefer, als die zur Entladung bereit stehenden, und werden demnächst in ganzen Zügen durch Locomotiven, in einzelnen Fällen auch mit Zuhilfenahme eines Seiles auf einer stark ansteigenden Bahn auf das Niveau des Hauptbahnhofes heraufgezogen. Wenn wir auch, wie vorerwähnt, nicht glauben, dafs sich auf den Preufsischen Eisenbahnen häufige Gelegenheit zu derartigen Einrichtungen bieten wird, so haben wir dessenungeachtet doch geglaubt, von Neuem darauf hinweisen zu sollen, wie sehr man in England bemüht ist, den Eisenbahnen bei grofser Oekonomie des Betriebes eine grofse Leistungsfähigkeit zu geben.

Erhöhte Leistungsfähigkeit der Stationen.

Eine unmittelbare Folge der raschen Entladung und der damit im engsten Zusammenhange stehenden Abkürzung des Aufenthaltes der Kohlenwagen auf den Stationen, sowie der Verminderung des Rangirdienstes ist die ungemein erhöhte Leistungsfähigkeit derselben resp. der ungleich geringere Bedarf an Raum und Geleislänge der Stationen.

Wir haben schon im Vorhergehenden mehrfach hervorgehoben, wie sehr es bei dem so überaus gestiegenen und noch stets fortdauernd steigenden Werth des Grund und Bodens in der Nähe grofser Städte und in industriellen Gegenden erschwert ist, günstig gelegene Terrains in einer den bisherigen Anforderungen entsprechenden Gröfse zu angemessenen Preisen zu erwerben, und es würde uns leicht werden, in einer Reihe von Beispielen nachzuweisen, in wie bedenklichem Grade die Rentabilität einzelner Bahnen durch die enormen Kosten des Grunderwerbs für die Anlage der Stationen in der Nähe grofser Städte beeinflufst worden ist.

In Berlin ist es sogar fast schon zur Unmöglichkeit geworden, in der Nähe der Stadt selbst mit den gröfsten Kosten noch einen Bahnhof von einer den bisherigen Anforderungen entsprechenden Ausdehnung anzulegen. Diese Verhältnisse machen eine Abhilfe zur unabweisbaren Nothwendigkeit, und sie kann unseres Erachtens nur darin gefunden werden, dafs einerseits durch bessere Ausnutzung des Flächenraumes und der Geleis-Anlagen die Anlage- und Betriebskosten ermäfsigt werden, und dafs andererseits durch die von uns gemachten Vorschläge eine ungleich mannigfaltigere Benutzung der Grundstücke für die Anlage von Kohlenstationen möglich, und dadurch das Eindringen in das Innere der Städte erleichtert wird.

Ein kaum wichtigerer Gegenstand der Erwägung und mit dem Vorhergehenden in engster Beziehung stehend ist die Verminderung der Ausdehnung der Nebengeleise auf den Stationen.

Einschränkung der Nebengeleise.

Schon von verschiedenen Seiten ist darauf hingewiesen worden, in welchem ungünstigen Verhältnifs die Ausdehnung der Nebengeleise zu der der Hauptgeleise steht, und wie aufserdem durch die grofse Anzahl der vorhandenen Weichen ein nicht unerheblicher Theil der Nebengeleise als nutzbare Geleislänge für die Aufstellung von Wagen verloren geht.

Wenn auch dadurch, dafs in anderen Ländern eine so ausführliche Statistik, wie sie die Preufsischen Eisenbahnen aufweisen, nicht vorhanden ist, die Gelegenheit für einen eingehenden Vergleich mit ausländischen Eisenbahnen, insbesondere Englands, fehlt, und wir uns daher nur auf die Preufsische Eisenbahnstatistik beschränken müssen, nach deren Ergebnifs sich das Verhältnifs der Ausdehnung der Nebengeleise zur Länge des durchgehenden Hauptgeleises mit Rücksicht auf die Zunahme des Verkehrs in den letzten 5 Jahren nicht wesentlich ungünstiger gestaltet hat, so darf doch nicht verkannt werden, dafs die bisherige Handhabung des Betriebes und zwar insbesondere die übliche Rangirmethode mit Locomotiven in Verbindung mit der Vorliebe für übermäfsig lange Güterzüge, im Princip lange und zahlreiche Nebengeleise bedingt, deren Ausnutzung in einem ungünstigen Verhältnifs zur Ausdehnung des Verkehrs steht.

Wir haben zwar im Vorhergehenden schon im Allgemeinen darauf hingewiesen, dafs vor allem auf den Bahnen mit starkem Massen- resp. Kohlenverkehr eine Abhilfe nothwendig ist, und in welcher Weise dieselbe zu erreichen sein wird, bei der Wichtigkeit dieser Angelegenheit für die Oekonomie des Eisenbahn-Baues und Betriebes glauben wir noch specieller darauf eingehen zu dürfen.

Vergleichen wir bei den Preufsischen Eisenbahnen während der letzten 5 Jahre die Länge des durchgehenden Hauptgeleises mit der Länge der Bahnhofs-, Ausweichungs- und sonstigen Nebengeleise, wie dies demnächst hier geschehen,

*) Siehe Zeitschrift f. Bauwesen, Jahrgang 1863: Englische Eisenbahn-Einrichtungen.

Jahr	Länge des durchgehenden Hauptgeleises	Länge der Bahnhofs-Ausweichungs- und sonstigen Nebengeleise	Die Länge der Nebengeleise verhält sich zu der des durchgehenden Hauptgeleises
1868	10051525 m	3250792 m	1 : 3,09
1869	10220566 m	3445831 m	1 : 2,97
1870	10567351 m	3691248 m	1 : 2,86
1871	12044827 m	4505584 m	1 : 2,67
1872	13217346 m	4749763 m	1 : 2,78

so ergiebt sich, dafs dieses Verhältnifs

von 1 : $3_{,09}$ im Jahre 1868
auf 1 : $2_{,67}$ - - 1871
resp. auf 1 : $2_{,78}$ - - 1872

herabgegangen ist, im Ganzen sich also um etwa 12 % ungünstiger gestaltet hat.

Da hierbei jedoch in Erwägung gezogen werden mufs, dafs in demselben Zeitraum die Menge der überhaupt beförderten Güter

von 922971096 Ctr. im Jahre 1868
auf 1485872648 - - - 1872

d. i. im Ganzen um ca. 60 % gestiegen ist, so würde einer so aufserordentlichen Mehrbelastung gegenüber die in demselben Zeitraume erfolgte Vermehrung der Nebengeleise nicht als ungünstig zu betrachten sein, wenn in Wirklichkeit die Zunahme derselben den Anforderungen des Betriebes genügt hätte.

Es ist dagegen eine bekannte Thatsache — und alle diejenigen, welche während der letzten Jahre mit der Leitung des Eisenbahnbetriebes betraut waren, werden dies bestätigen — dafs auf allen verkehrsreichen Bahnen ein mehr oder minder grofser Mangel an Bahnhofsgeleisen eingetreten resp. noch vorhanden ist, dessen nachtheilige Folgen für den Betriebsdienst nur durch grofse Umsicht und Aufbietung aller sonstigen zu Gebote stehenden Mittel abgeschwächt werden konnten; es ist nicht minder bekannt, dafs die Vermehrung der Geleisanlagen, ungeachtet aller Beschleunigung, nicht mit der raschen Steigerung des Verkehrs gleichen Schritt halten konnte; es ist eine ebenfalls bekannte Thatsache, dafs einzelne Stationen, kaum vollendet, schon wieder erweitert werden müssen, während eine nicht geringe Anzahl von Stationen in einer fortdauernden, nur durch geringe Zwischenräume unterbrochenen Erweiterung begriffen ist; — kurz, ungeachtet der erfolgten Vermehrung der Geleisanlagen, und ungeachtet dieselben auf einer Menge von Stationen bereits eine Ausdehnung angenommen haben, welche die Uebersicht sehr erschwert, bietet sich unserem Urtheil so wenig Sicherheit dar, für welchen Zeitraum die gegenwärtigen Geleisanlagen genügen werden, in vielen Fällen finden wir uns überdies schon jetzt der Unmöglichkeit gegenüber, die Stationen auf dem bisherigen Wege zu erweitern, dafs das bisher im Allgemeinen bestehende Verhältnifs der Ausdehnung der Nebengeleise zu ihrer Ausnutzung nicht länger beibehalten werden kann, und durch eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Stationen günstiger gestaltet werden mufs. Wenn wir insoweit anerkennen müssen, dafs nunmehr bei einer Menge von Bahnen der Zeitpunkt gekommen ist, wo der Umfang des Verkehrs zu einer intensiveren Ausnutzung der Geleisanlagen drängt, und in dieser Beziehung der Schwerpunkt alles Strebens in der Abkürzung des Rangirdienstes in Verbindung mit der Bildung kürzerer Güterzüge zu finden sein wird, so können wir doch uns damit nicht einverstanden erklären, eine Abhilfe in dieser Beziehung, wie von verschiedenen Seiten empfohlen wird, nur allein in der Anwendung von Drehscheiben an Stelle der Weichen zu suchen, und es erscheint uns an der Zeit, diese Anschauungen auf das richtige Maafs zurückzuführen.

Verschiedene Methoden des Rangirdienstes. Auf den Englischen Eisenbahnen.

Wenn uns in Betreff der Ausführung des Rangirdienstes und insbesondere in Bezug auf die Anwendung der Drehscheiben die Englischen Eisenbahnen als Muster empfohlen werden, wie wir dies auch selbst in unserer mehrfach erwähnten Schrift „Ueber das Englische Eisenbahnwesen“ gethan haben, so müssen wir doch besonders diejenigen, welche England nicht aus eigener Anschauung kennen, darauf aufmerksam machen, dafs die englischen Betriebseinrichtungen nicht ohne weiteres nachgeahmt werden können, dafs dieselben vielmehr verschiedene andere Verhältnisse voraussetzen, die zur Zeit in Deutschland nicht vorhanden sind, und von denen es auch zweifelhaft ist, ob die Geschäftswelt sich zur Einführung derselben verstehen wird.

Im Uebrigen gewinnt der Rangirdienst in England dadurch eine andere Gestaltung, dafs in Folge der leichteren Beweglichkeit des Betriebsmaterials — geringere Tragfähigkeit von nur 160 Ctr., fast ausschliefsliche Anwendung von nur zweiachsigen und zwar offenen Wagen bei einem Radstande von ca. 3 m, Ausrüstung aller Güterwagen mit Hebelbremsen — das Rangiren der Güterzüge eine ausgedehntere Anwendung mechanischer Hilfsmittel, wie Drehscheiben, Schiebebühnen etc. als in Deutschland gestattet und daher die Benutzung der Locomotivkraft für den Rangirdienst nur in beschränkterem Umfange stattfindet.

Insbesondere wird auf den Güterstationen Londons, vermöge der sehr zweckmäfsigen und nachahmungswerthen Einrichtung, dafs alle in den Güterschuppen zur Be- und Entladung kommenden Güter, soweit uns bekannt, ausschliefslich Seitens der Eisenbahn, und zwar meistens mit dem eigenen Fuhrwerk derselben, an- und abgefahren werden, das Rangiren der Güterzüge, vorzugsweise innerhalb der Güterschuppen, in welche der Eintritt der Locomotiven der Feuersgefahr wegen unbedingt verboten ist, unter Benutzung von Drehscheiben und Schiebebühnen bewirkt. Als bewegende Kraft dienen Pferde oder die durch hydraulische Kraft bewegten und fast in allen Güterschuppen Londons in reichlichem Maafse vorhandenen senkrechten Windetrommeln (Jacks), mittelst welcher unter Benutzung von Seilen die Wagen mit eben so grofser Geschwindigkeit wie Geschicklichkeit herangeholt, gedreht und auf andere Geleise gebracht werden. Auch aufserhalb der Güterschuppen sind Drehscheiben und Schiebebühnen in häufigem Gebrauch und daher die Anwendung von Pferden zum Rangiren eine weit ausgedehntere als in Deutschland, ebenso wird auf den Kohlenstationen, wie schon erwähnt, von der Schwerkraft der Wagen für ihre selbstthätige Bewegung vielfache Anwendung gemacht, während allerdings das Rangiren der mit Massengütern beladenen Wagen im übrigen auch vielfach in gleicher Weise wie in Deutschland mittelst Locomotivkraft geschieht.

Der auf Blatt 71 mitgetheilte Situationsplan der Kings-Cross-Güterstation der Great Northern Railway in London

Digitized by Google

giebt gerade in dieser Beziehung ein lehrreiches Beispiel, indem daraus ebenfalls hervorgeht, dafs für den Güterschuppenverkehr das Rangiren mit Drehscheiben, für den Massenverkehr dagegen mit Locomotivkraft und für den Rangirdienst der Kohlendepots die Schwerkraft zur Anwendung kommt.

Rangirmethode auf den Preufsischen Bahnen.

Wir haben schon Seite 376 erwähnt, weshalb ungeachtet der grofsen Vortheile, welche die umstehend angegebene Einrichtung der Güterschuppen Londons für die Be- und Entladung der Güter bietet, davon in Deutschland zur Zeit noch keine Anwendung gemacht werden kann, und es überhaupt fraglich ist, ob in dieser Beziehung das englische System in Deutschland überhaupt vollständig zur Einführung kommen wird. Dessenungeachtet kann es keinem Zweifel unterliegen und es ist auch bei Gelegenheit der mehrfach erwähnten Conferenz über die Maafsnahmen zur Sicherung des Betriebes allgemein ausgesprochen worden, dafs der Rangirdienst für den Güterschuppenverkehr am zweckmäfsigsten durch Benutzung von Drehscheiben und Schiebebühnen zu bewirken sein wird, während sich für den Massenverkehr das Rangiren mit Locomotiven unter Anwendung von Weichen nach wie vor empfiehlt.

Anwendung von Drehscheiben.

Was die bisherige Anwendung der Drehscheiben betrifft, so ist allerdings nicht zu verkennen, dafs in dieser Beziehung die grofse Verschiedenheit der Radstände der auf den Deutschen Bahnen verkehrenden Wagen und die, wenn auch geringe, aber doch immerhin noch stattfindende Benutzung 3achsiger Wagen bisher hindernd eingewirkt hat. Wir glauben jedoch, dafs beiden Umständen kein so grofser Werth beizulegen ist, um deshalb auf die Anwendung der Drehscheiben zu verzichten, im Gegentheil dürfte vielleicht gerade in der beschränkenden Anwendung von Güterwagen mit zu grofsem Radstande und mit mehr als 2 Achsen ein Moment gewonnen werden, um weiterer Beschaffung derartiger Wagen entgegenzuwirken.

Dagegen sind die Bedenken, welche man bisher gegen die Anwendung der Drehscheiben für den Rangirdienst erhoben hat, dafs nämlich dieselben in Folge ihrer Lage im Freien im Winter allen Witterungseinflüssen ausgesetzt sind, und daher in Folge von Schnee und Frost in ihrer Beweglichkeit sehr behindert werden können, wohl kaum ganz zu widerlegen, obgleich diese Witterungseinflüsse nur auf den östlichen Bahnen von solcher Bedeutung sein dürften, um die Anwendung der Drehscheiben in Frage zu stellen.

Wenn dessenungeachtet die Anwendung der Drehscheiben für den Güterschuppen-Verkehr und selbst für die Verbindung der Ladegeleise auf den Preufsischen Eisenbahnen eine verhältnifsmäfsig geringe Ausdehnung, und zwar, wie wir glauben hier ausdrücklich hervorheben zu sollen, in gleichem Maafse auf den unter Staats- wie unter Privat-Verwaltung stehenden Eisenbahnen gefunden hat, so ist der wahre Grund wohl darin zu suchen, dafs die Anordnung der Drehscheiben, da dieselben, entgegen den Weichen, wenn einmal verlegt, nur mit grofsen Kosten und unter erschwerenden Umständen für den Betrieb in ihrer Lage verändert werden können, eine genaue und zuverlässige Kenntnifs des Betriebsdienstes, sowie eine sorgfältige Abwägung aller die Oekonomie des Betriebes betreffende Fragen voraussetzt, und deshalb bei den Ingenieuren, welche meistens die Projecte aufstellen und die Neubauten ausführen, dem Eisenbahnbetriebe aber selbst fernstehen, eine gewisse Abneigung gegen die Anwendung der Drehscheiben vorhanden war, die indessen in den letzten Jahren mit der allgemeinen Kenntnifs der Eisenbahnen Englands und Frankreichs mehr und mehr zu schwinden beginnt.*)

Anwendung von Schiebebühnen.

Nächst den Drehscheiben ist die Verwendung der Schiebebühnen für den Rangirdienst von Wichtigkeit, da dieselben, wie schon erwähnt, für den Rangirverkehr auf Kohlenstationen mit besonderem Vortheil Verwendung finden, und auch mit demselben Erfolge zum Rangirdienst für den Güterschuppenverkehr gebraucht werden können. Diese Vielseitigkeit in der Verwendung der Schiebebühnen, der Umstand, dafs dieselben, je nach der Gröfse des Verkehrs, mit Menschenkraft, durch Pferde- oder Dampfkraft zu bewegen sind, die ferneren Vortheile, dafs die Schiebebühnen ohne versenktes Geleis mit grofser Leichtigkeit und ohne wesentliche Kosten fast überall angelegt werden können, dafs bei dem Betriebe der Schiebebühnen die klimatischen Verhältnisse nicht von so grofsem Einflufs, wie bei den Drehscheiben sind, dafs auch selbst der verschiedene Radstand der Wagen hierbei von geringerer Bedeutung ist, dafs endlich eine etwaige Aenderung in der Lage der Schiebebühnengeleise mit nicht viel gröfseren Schwierigkeiten als bei Weichen vorgenommen werden kann, alle diese Eigenschaften des Schiebebühnenbetriebes lassen die Anwendung desselben für die Verhältnisse der Deutschen Eisenbahnen besonders geeignet erscheinen, und die, ungeachtet der Kürze der Zeit schon bei einer Anzahl von Bahnen geschehene Einführung der Dampf-Schiebebühnen giebt wohl dafür ein beredtes Zeugnifs.

Allerdings ist die Anwendung der Dampf-Schiebebühnen mit nicht versenktem Geleise eine so wesentlich durch örtliche Verhältnisse bedingte — die schon seit längerer Zeit erfolgte Aufserbetriebsetzung der früher auf dem Central-Güterbahnhofe in Stettin verwendeten Dampf-Schiebebühne giebt hierfür ein Beispiel — auch die Zeit der Einführung derselben mit Ausnahme der Baierischen Staatsbahnen, auf welchen, soweit uns bekannt, die Dampf-Schiebebühnen nach dem Exter'schen System zuerst angewendet worden sind, immerhin noch so kurz, dafs die bisherigen Erfahrungen noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden können, und daher auch ein sicherer Vergleich über die Leistungsfähigkeit und die Kosten des Dampf-Schiebebühnen-Betriebes gegenüber anderen Rangirmethoden noch nicht gewonnen werden kann. Sind auch die Leistungen der Dampf-Schiebebühnen mit nicht versenktem Geleis**) bei weitem nicht so grofs, als

*) Wir können hierbei nicht unterlassen, auf den von dem Ober-Ingenieur Ramschöttel ausgeführten, inzwischen auch in dem Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens veröffentlichten Güterschuppen auf dem Güterbahnhofe St. Gereon der Rheinischen Eisenbahn in Cöln hinzuweisen. Dieser Güterschuppen, in seiner Grundrifs-Disposition an ähnliche Güterschuppen in London erinnernd, gestattet durch die Anordnung einer Reihe von Drehscheiben vor dem Schuppen und mit denselben durch je 2 kurze Geleise verbunden, eine so rasche Ab- und Zuführung jedes einzelnen Wagens, wie dies wohl kaum auf andere Weise zu erreichen ist, und bietet ein sehr nachahmungswerthes Beispiel, in welcher aufserordentlichen Weise die Leistungsfähigkeit der Güterschuppen durch Anwendung von Drehscheiben erhöht werden kann.

**) Die Maschinenbau-Actiengesellschaft Nürnberg, welche die Dampf-Schiebebühnen nach dem Exter'schen System (in Betreff der Construction dieser Dampf-Schiebebühnen siehe „Exter's Rangirmaschine für Bahnhöfe" in dem Jahrgang 1868 des Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens) für die Stationen München, Nürn-

Digitized by Google

man im Allgemeinen geneigt ist dafür anzunehmen, und ist auch die Anwendung derselben vorzugsweise auf den eigentlichen Güterschuppenverkehr beschränkt, so kommen doch hierbei eine Menge Fälle vor, wo der Dampf-Schiebebühnen-Betrieb mit besonderem Vortheil zu benutzen, und der Anwendung von Drehscheiben, wie der Anlage von Weichen entschieden vorzuziehen ist. Es kann deshalb im allgemeinen Interesse nur empfohlen werden, mit der Einführung des Dampf-Schiebebühnen-Betriebes weiter vorzugehen, um noch ausgedehntere Erfahrungen über die specielle Anwendung derselben, wie über deren Leistungsfähigkeit zu gewinnen.

Rangiren mit Locomotivkraft.

Gehen wir nunmehr zu dem auf den Preufsischen Eisenbahnen allgemein üblichen Verfahren über, das Rangiren unter Anwendung von Weichen zu bewirken, wobei als bewegende Kraft auf verhältnifsmäfsig nur wenigen kleinen Stationen Pferde, im Uebrigen aber Locomotiven ausschliefsliche Verwendung finden, so wird allerdings zugegeben werden müssen, dafs diese Methode die gröfste Ausdehnung der Geleisanlagen, den gröfsten Zeit-, Kraft- und Kostenaufwand erfordert, dafs bei dem am meisten in Uebung befindlichen Verfahren — die Wagen mit der Locomotive abzustofsen — auch die zahlreichsten Beschädigungen am Betriebsmaterial und Frachtgut vorkommen, sowie auch eine nicht geringe Anzahl von Unfällen: Zusammenstöfse, Entgleisungen etc. diesem Verfahren zugeschrieben werden mufs, und dafs ungeachtet aller dieser Nachtheile, zu denen wir, ohne der Wahrheit zu nahe zu treten, noch eine nicht geringe Anzahl von Verkehrsstockungen hinzufügen können, die in Rede stehende Rangirmethode keineswegs die höchste Leistungsfähigkeit besitzt.

Durch die Anstellung besonderer Rangirbeamten — Rangirmeister — zur Beaufsichtigung des Rangirdienstes, durch Einführung eines dauernden Engagementsverhältnisses für die Rangirarbeiter lassen sich zwar die vorerwähnten Uebelstände auf ein geringeres Maafs zurückführen, auch kann wohl bei eingeübtem und diensteifrigem Personal, sowie durch Gewährung von Prämien die Zeit zum Rangiren eines Zuges mittelst Abstofsen der Wagen — das Rangiren mittelst der Locomotive bei angekuppelten Wagen ist wegen des übermäfsigen Zeitaufwandes nur auf das Ein- und Aussetzen einzelner Wagen anzuwenden — wesentlich ermäfsigt werden, immerhin ist jedoch der dazu erforderliche Zeitaufwand und demgemäfs die Zeitdauer, während welcher die Geleise zum Rangiren eines Zuges in Anspruch genommen werden, noch so grofs, dafs für das Rangiren von Massengütern, bei welchem die Verwendung der Locomotivkraft nur selten wird ausgeschlossen werden können, ein beschleunigteres Verfahren geboten erscheint.

Rangirmethode mit ansteigendem Auszieh-Geleise.

Diesem Zweck entspricht vollständig das, soweit uns bekannt, auf den Sächsischen Staatseisenbahnen zuerst allgemein angewandte Rangiren mit ansteigenden Ausziehgeleisen, wobei von der Locomotivkraft, falls die Betriebsverhältnisse nicht gestatten, mit den ankommenden Lastzügen direct nach den Ablaufgeleisen zu fahren, so dafs nach dem Abhängen der Zugmaschine und des Schutzwagens das Ablaufen der Wagen ohne Weiteres beginnen kann, nur insoweit Gebrauch gemacht wird, dafs eine Rangirmaschine den zu rangirenden Zug auf das ansteigende Ablaufgeleis hinauf zieht oder schiebt, und nach erfolgtem Rangiren, wobei nur die Schwerkraft der Fahrzeuge in Frage kommt, den rangirten Zug zusammenzustellt. Das Rangiren selbst — in der Weise, dafs die einzelnen Wagen oder nach Umständen Gruppen von Wagen des auf dem ansteigenden Ausziehgeleise stehenden Zuges abgehangen werden, sich durch ihre Schwerkraft in Bewegung setzen, durch Weichen nach den verschiedenen Vertheilungsgeleisen geleitet und dort entweder durch Bremsen oder, wenn die Wagen nicht mit einer Bremse versehen sind, durch Anwendung eines sogenannten Bremsknüttels in ihrer Bewegung verlangsamt und zum Stillstand gebracht werden — kann bei geübtem Personal ohne Beschädigung an Betriebsmaterial und Frachtgut, und mit so grofser Sicherheit des Betriebes ausgeführt werden, auch läfst sich bei diesem Verfahren mit einem Ablaufgeleise eine so hohe Leistung erreichen, dafs die Einführung dieser Rangirmethode, **da sie die kürzeste Zeit und den geringsten Raum beansprucht, auch die geringsten Anlage- und Betriebskosten erfordert, und nachweislich sogar mit der geringsten Gefahr für das Personal und Betriebsmaterial verbunden ist, nur auf das Wärmste empfohlen werden kann.***)

berg, Würzburg, Simbach und Strafsburg ausgeführt hat, giebt an, dafs mit derselben täglich 120 Wagen bewegt werden können, obwohl dabei ein mittlerer Weg über 5 bis 6 Geleise zurückzulegen ist. Nach den von uns eingezogenen Erkundigungen und nach unseren eigenen Wahrnehmungen über die Leistungen der Dampf-Schiebebühnen z. B. auf dem Bahnhofe Berlin der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn, auf den Bahnhöfen Würzburg und Nürnberg und auf dem Bahnhofe Zürich der Schweizerischen Nordostbahn entspricht diese Angabe der durchschnittlichen Leistung, doch kann dieselbe unter günstigen örtlichen Verhältnissen und bei regelmäfsigem Betriebe wesentlich erhöht werden, wie dies besonders in Zürich der Fall ist. Es ist jedoch dabei zu bemerken, dafs bei diesen Dampf-Schiebebühnen das zur Bewegung derselben dienende Geleis nicht versenkt ist, und dafs dieselben nur für den Güterschuppenverkehr verwendet werden. Bei der Anwendung von Dampf-Schiebebühnen mit versenktem Geleis, wo das Aufschieben der Wagen auf die Schiebebühne leichter und schneller geschieht, und auf Kohlenbahnhöfen oder Grubenstationen, wo die Bewegung der Wagen eine ziemlich regelmäfsige ist, und als Motor für die Schiebebühne eine mit derselben verbundene Dampfmaschine, oder auch eine stationaire Maschine zur Anwendung kommt, wie z. B. auf dem Wrangelschacht der Glückhilfegrube bei Waldenburg, ist selbstredend die Leistung der Schiebebühnen eine ungleich gröfsere und sehr hohen Ansprüchen genügende.

*) Nach dem im Jahrgange 1871 des Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens von dem Geheimen Finanzrath C. Köpke in Dresden über das Rangiren mit Benutzung eines ansteigenden Ausziehgeleises gegebenen Mittheilungen werden auf dem Central-Güterbahnhofe in Dresden bei einem mit 1 : 100 ansteigenden Ausziehgeleise mit einer Rangirgruppe täglich 2 bis 3000 Achsen, in einzelnen Fällen bis zu 4200 Achsen rangirt.

Diese Angaben werden durch unsere eigenen Wahrnehmungen und durch die uns an Ort und Stelle gemachten Mittheilungen bestätigt. Demnach beträgt die Zahl der auf dem vorgenannten Central-Güterbahnhofe in Dresden ein- und auslaufenden Lastzüge täglich 58 bis 64 Züge mit einer Achsenzahl von ca. 5000. Es sind zur Zeit nur 2 Rangirgruppen vorhanden, die eine mit einem mit 1 : 100 ansteigenden Ausziehgeleise und nach 15 Geleisen führend, die andere mit einem in 1 : 110 ansteigenden Ausziehgeleise und nach 12 Geleisen führend. Der gesammte Rangirdienst wird durch 5 Locomotiven, von denen immer je 2 im Dienst sind, bewirkt.

Auf dem Bahnhofe Chemnitz sollen sogar mit einem Ablaufgeleise 1 : 100 bis zu 10000 Achsen in einem Tage rangirt worden sein.

Auf dem Bahnhofe in Zwickau, auf welchem täglich bis zu
158 Lastzüge und
80 Grubenzüge
ein- und auslaufen, und eine tägliche Gesammtbewegung von ca. 9000 Achsen stattfindet, sind 3 mit 1 : 100 ansteigende Ausziehgeleise vorhanden, von denen 1 mit 19 Rangirgeleisen, die übrigen 2 Ausziehgeleise mit 11 resp. 30 Vertheilungsgeleisen verbunden sind. Diese grofse Anzahl von Nebengeleisen wird selbstredend nicht ausschliefslich zum Rangiren, sondern auch zum Aufstellen der Lastzüge, der leeren Wagen etc. benutzt, aber die grofse Anzahl der mit einem Ausziehgeleis verbundenen Vertheilungsgeleise gewährt die Möglichkeit,

Digitized by Google

Es ist allerdings nicht zu bestreiten, dafs auch diese Methode des Rangirdienstes, lediglich vom theoretischen Gesichtspunkte aus betrachtet, den strengen Anforderungen an die Sicherheit des Betriebes nicht vollständig entspricht, und dieser Umstand ist, wie wir glauben, auch die Ursache gewesen, dafs dieses Verfahren auf den Preufsischen Eisenbahnen bisher nur vereinzelt eingeführt worden ist. Gegenüber dem Abstofsen der Wagen mit der Maschine — ein Verfahren, das ungeachtet seiner grofsen Verbreitung keine officielle Anerkennung gefunden hat — ist jedoch das vorerwähnte Ablaufen der Wagen eine so wesentliche Erhöhung der Sicherheit des Betriebes, dafs nunmehr, nachdem auch in der am 29. October bis 12. November 1873 zu Berlin stattgehabten Conferenz behufs Berathung der zur Erhöhung der Sicherheit im Eisenbahnbetriebe zu ergreifenden Maafsnahmen, diese Methode allgemein gebilligt und für die Steigung der Ausziehgeleise ein Gefälle bis*) zu 1 : 200 empfohlen worden ist, alle Bedenken überwunden sein dürften.**)

Die Frage, ob es zweckmäfsiger ist, den Ausziehgeleisen eine so starke Steigung von 1 : 100, 1 : 120 wie auf den Sächsischen Eisenbahnen zu geben, wobei die durch die Schwerkraft hervorgerufene Bewegung der Eisenbahnfahrzeuge mehr als ausreichend ist, um die abgelaufenen Wagen bis an Ort und Stelle zu bringen, und in der Regel noch ein Bremsen derselben, sei dies durch Anziehen der Bremsen, oder durch Anwendung von Bremsknütteln und Sand, stattfinden mufs, oder ob für die Ausziehgeleise, wie in der erwähnten Conferenz empfohlen, eine Steigung nicht über 1 : 200 zur Anwendung kommen soll, in welchem Falle die Schwerkraft der Wagen nicht vollständig ausreicht, um dieselben an Ort und Stelle zu bringen, und daher für den letzteren Zweck noch auf die Verwendung von Arbeitern oder besser von Pferden Bedacht genommen werden mufs, dürfte theils von noch weiteren und allgemeineren Erfahrungen, theils von den örtlichen Verhältnissen abhängig sein.

In dem Vorstehenden glauben wir erschöpfend dargethan zu haben, dafs, so berechtigt auch die Anwendung von Drehscheiben und Schiebebühnen für den Güterschuppendienst und das Rangiren wirklicher Güterzüge ist, und so wünschenswerth es auch erscheint, von der Anlage von Drehscheiben und Schiebebühnen einen viel umfassenderen Gebrauch zu machen, als dies bisher der Fall war, doch nicht verkannt werden darf, dafs die Leistungen der Drehscheiben und Schiebebühnen sich nur in engen Grenzen bewegen, und für das Rangiren der Kohlenzüge und der mit Massengütern beladenen Lastzüge in keiner Weise das Rangiren mit Locomotiven, besonders bei Anwendung ansteigender Ausziehgeleise ersetzen können.

Von einem weiteren speciellen Vergleich über den Nutzeffect der verschiedenen Rangirmethoden, wie ein solcher in der interessanten „Denkschrift über das Rangiren der Güterzüge“ von Herrn Ober-Baurath Dr. Scheffler in Braunschweig aufgestellt worden ist, glauben wir um deshalb Abstand nehmen zu dürfen, weil die Wahl der Rangirmethode, sowie der Nutzeffect derselben von den Verkehrs-, Betriebs- und örtlichen Verhältnissen abhängt und daher ein abstracter Vergleich in Zahlen schwer zu ziehen ist.

Im Anschlufs hieran können wir nicht unterlassen, von Neuem auf die Nothwendigkeit hinzuweisen, für den Rangirdienst mit Locomotiven die Weichen so anzuordnen, dafs dieselben soweit als thunlich auf einzelne Punkte concentrirt werden, und dadurch event. unter Anordnung besonderer Stellvorrichtungen rasch und mit Sicherheit bedient werden können, da bei dem bisher üblichen Verfahren, wo die Weichen in der Regel ganz symmetrisch an dem Durchschnittspunkt der parallelen Geleise mit der Weichenstrafse angelegt werden, die Weichen eine so entfernte Lage von einander erhalten, dafs die rasche Bedienung derselben, wie sie der Rangirdienst erfordert, sehr erschwert wird, und diesem Umstande, abgesehen von der Verzögerung des Rangirdienstes, eine nicht geringe Anzahl von Unfällen zugeschrieben werden mufs.

Schlufsbemerkungen.

Die Anlage der Kohlenbahnhöfe nach den im Vorhergehenden erwähnten Principien wird es in den meisten Fällen gestatten, den Kohlenbahnhof von den übrigen Stationsanlagen zu trennen, und durch eine sichere Umwährung gegen die von der Geschäftswelt vielfach beklagte Beraubung zu schützen. Eine wirksamere Abhilfe dieses Uebelstandes wird jedoch dadurch erreicht, wenn das Entladen der Kohlenwagen, wie dies auf dem Kohlenbahnhofe der Kaiser Ferdinands-Nordbahn der Fall ist, ausschliefslich

von einem Ausziehgeleise aus die Wagen nach den verschiedensten Geleisen ablaufen zu lassen, und dadurch die Inanspruchnahme der Locomotivkraft sehr einzuschränken. In der That sollen auch für den gesammten Rangirdienst auf dem Bahnhofe Zwickau nur 5 Locomotiven, bei Tage 3 und bei Nacht 2, im Dienst sein, und für jedes Ablaufgeleis, abgesehen von der ausreichenden Besetzung der Weichen — eine Anordnung, die, wenn man nicht auf eine mechanische Stellung der Weichen von einem oder mehreren Centralpunkten aus Bedacht nimmt, für rasches Rangiren unentbehrlich ist — gleichzeitig aufser einem Rangirmeister nur etwa 4 Rangirer und 10 Arbeiter zum Bremsen resp. Schieben der Wagen beschäftigt werden. Das Bremsen der von dem Ausziehgeleise im Gefälle 1 : 100 ablaufenden Wagen geschieht entweder durch Anziehen der Bremsen, oder falls solche an den Wagen nicht vorhanden, unter Anwendung von Bremsknütteln, von denen jedoch in Folge der zweckmäfsigen Anordnung der Gefälleverhältnisse ein keineswegs übermäfsiger Gebrauch gemacht wird; aufserdem wird bei ungünstigem Wetter durch Aufstreuen von Sand die Beschleunigung der Wagen gemäfsigt. Der Rangirdienst auf dem vorgenannten Bahnhofe wird mit einer so grofsen Ruhe, Sicherheit und Regelmäfsigkeit gehandhabt, auch ist die Anordnung, dafs die einfahrenden Lastzüge direct nach den Ablaufgeleisen befördert werden, dafs dort nach Abhängen von Zugmaschine und Schutzwagen sofort mit dem Ablaufen begonnen wird, und das Zugpersonal ihre Wagen erst nach erfolgtem Ablaufen verläfst, in jeder Beziehung so zweckmäfsig und das Rangiren der Züge geschieht in so überraschend kurzer Zeit, dafs wir nur empfehlen können, Betriebsbeamte zur Kenntnifs dieser Rangirmethode nach Zwickau zu schicken.

Nachdem Vorstehendes bereits dem Drucke übergeben war, gelangte erst der von einer Commission der Oberbeamten des Norddeutschen Eisenbahn-Verbandes erstattete Bericht über die neuen Rangirmethoden zu unserer Kenntnifs. Wir können daher in Betreff der speciellen Angaben über die verschiedenen Rangirmethoden, worauf wir hier nicht näher eingehen können, nur auf den vorerwähnten, in dem Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens veröffentlichten, sehr interessanten Bericht hinweisen.

*) Nach den vorerwähnten Mittheilungen haben die auf den verschiedenen Bahnhöfen der Sächsischen Staatsbahnen angeordneten Ausziehgeleise eine Steigung 1 : 100 bis 1 : 120, ohne dafs sich dadurch für die Ausführung des Rangirgeschäftes wie in Betreff der Beschädigung der Wagen besondere Nachtheile herausgestellt haben, im Gegentheil wird dort, wo ja die längsten Erfahrungen über diese Rangirmethode vorliegen, ein so starkes Gefälle für besonders zweckmäfsig gehalten. Auch auf dem Güterbahnhofe St. Gereon in Cöln der Rheinischen Eisenbahn ist nachträglich in das Gefälle 1 : 300 des Ablaufgeleises ein kurzes Gefälle 1 : 100 eingelegt worden, um die Beschleunigung der abzulaufenden Wagen zu erhöhen.

**) Die Majorität sprach sich dahin aus: dafs die Anwendung ansteigender Rangirköpfe mit Steigungen von höchstens 1 : 200 unter der Voraussetzung, dafs geeignete Sicherheitsvorrichtungen zum Bremsen der Wagen vorhanden sind oder getroffen werden, wegen der dadurch zu erreichenden Abkürzung des Rangirgeschäftes als ein zweckmäfsiges Mittel zur Erhöhung der Sicherheit des Betriebes angesehen werden kann.

Digitized by Google

von der Bahnverwaltung bewirkt wird, welche schon wegen der raschen Wiederbenutzung der Wagen das gröfste Interesse hat, die Entladung selbst auszuführen, und der es wegen der dauernden Beschäftigung der Arbeiter nicht schwer werden wird, dafür zuverlässige Kräfte zu gewinnen, und die Entladung selbst jederzeit bei Tag und Nacht dem Bedürfnifs entsprechend zu bewirken.

Nicht minder zweckmäfsig und dem Interesse des Kohlenhandels wie der Eisenbahnverwaltungen in gleichem Maafse entsprechend, müssen wir die von der Kaiser Ferdinands-Nordbahn in Wien getroffene Einrichtung bezeichnen, die auf dem Kohlenbahnhofe daselbst lagernden grofsen Kohlenbestände selbst gegen Feuersgefahr zu versichern, und dafür eine entsprechende Gebühr von den Besitzern der Kohlenlager zu erheben, da auf diese Weise, bei den keineswegs selten durch Selbstentzündung entstehenden Bränden der Kohlenlager, am wirksamsten Differenzen über Entschädigungsansprüche vermieden werden, auch bei der grofsen Gefahr, welche die Lagerung so ausgedehnter Kohlenbestände für die gesammten Bahnhofsanlagen im Gefolge haben kann, eine Versicherung der Kohlenlager gegen Feuersgefahr geboten erscheint.

In gleicher Weise, wie auf Stationen mit grofsem Kohlenverkehr eine räumliche Trennung der dafür bestimmten Anlagen von den übrigen Bahnhofsanlagen nothwendig und zweckmäfsig ist, so glauben wir auch bei Bahnen mit grofsem Kohlenverkehr eine Trennung der damit verbundenen Geschäfte von denen des übrigen Verkehrs als vortheilhaft bezeichnen zu müssen.

Die bisher auf den Preufsischen Eisenbahnen bestehende Einrichtung, dafs auch bei den gröfsten Bahnen an der Spitze des ganzen Verkehrswesens, Personen- und Güterverkehr, nur ein Ober-Beamter unter der Bezeichnung „Ober-Güterverwalter" fungirt, welcher einerseits als expedirender Secretair des Tarifdecernenten verwendet wird, andererseits dem ganzen Personen- und Güterverkehr, dem ganzen Expeditionswesen, einschliefslich der Billet- und Güterkassen und aller damit beschäftigten Beamten und Arbeitern vorsteht, aufserdem zahlreiche Conferenzen wahrnehmen mufs, und in allen diesen mannigfachen Functionen nur durch Bahncontroleure unterstützt wird, die ihre vorzugsweise Beschäftigung in der Revision der Kassen finden, läfst erkennen, dafs auf diese Weise es schon des gröfsten Fleifses und steten Diensteifers bedarf, die laufenden Geschäfte zu erledigen, dafs dagegen alle organisatorischen und ökonomischen Fragen etc. unter der Ueberhäufung mit Dienstgeschäften zurücktreten müssen.

Unter diesen Umständen und bei der steigenden Wichtigkeit des Kohlenverkehrs scheint es uns wenigstens bei den Bahnen mit grofsem Kohlenverkehr angezeigt, in gleicher Weise, wie wir dies auch auf Englischen Bahnen finden, an die Spitze des Kohlenverkehrswesens einen besonderen Verkehrsbeamten zu stellen, sowie auch die Verwaltung der gröfseren Kohlenbahnhöfe besonderen Beamten zu übertragen, sei dies aus dem Verkehrswesen, oder bei genügender Qualification aus dem Stationsdienst, da nur auf diese Weise die so wichtigen Interessen des Kohlenverkehrs entsprechende Berücksichtigung finden werden. Schwabe.

Bemerkungen über die Anwendung des Metermaafses und über Holzberechnung in Baurechnungen.

I. Es hat sich bei der Einführung des Metermaafses der Gebrauch herausgestellt, die Angaben der Längen-, Flächen- und Körpermaafse bis auf zwei Decimalstellen genau zu machen, ja, nichtsachverständige Calculatoren gehen sogar bis 3 und 4 Stellen. Es ist dies, eben wie so kleinliche Bruchtheile bei den alten Maafsen, eine unnöthige, zeitverschwendende Peinlichkeit, welche von denkenden Rechnern von selbst vermieden wird, den übrigen aber im öffentlichen Dienste geradezu verboten werden müfste. Früher galt im preufsischen Staatsdienste die Regel, beim Mauerwerk keine kleineren Bruchtheile der Schacht- und Quadratruthen, als Zwölftheile anzuwenden, jetzt geht man bis $^1/_{100}$ Kubik- und Quadrat-Meter ($^1/_{445}$ Schacht- resp. $^1/_{1424}$ Quadratruthe)!

Es dürfte daher für die gewöhnlichen Fälle genügen,

a. beim Schlufsergebnifs jeder Ausrechnung:
   1) alle Längenmaafse bis zu zehntel Meter (3 bis 4 Zoll) genau,
   2) alle Flächenmaafse nur in ganzen Quadratmetern ($^1/_{14}$ □Ruthe),
   3) alle Körpermaafse nur in zehntel Kubikmetern ($^1/_{44}$ Schachtruthe) genau anzugeben;
b. bei Körper- und Flächenberechnungen des Mauerwerks die Längen und Höhen (resp. Breiten) nur bis zu zehntel Meter zu nehmen, während die Mauerstärken dem Normalmaafse der Ziegelsteine entsprechend in Hunderttheilen auszudrücken blieben.

Bei den in die Zeichnungen einzuschreibenden Maafsen wird, des letztgedachten Umstandes wegen, bei der Länge, Breite und Höhe der Gebäude und ihrer inneren Räume die Anwendung von zwei Decimalstellen nicht zu vermeiden, bei den Ausrechnungen aber, wie unter b) angegeben, die Abkürzung einzuführen sein.

Bei den dem Kubikinhalte nach sehr viel theuereren Holz- und Metalltheilen werden in der Regel gröfsere Längen mit einer Decimalstelle auszudrücken, alle übrigen Maafse aber unter Einführung der Centimeter und Millimeter mit einer, resp. zwei Decimalstellen des Meters mehr in Rechnung zu stellen sein, als bei den gewöhnlichen Maurerarbeiten.

Eine Beobachtung dieser Regeln möchte bei den stets wachsenden Ansprüchen an die Männer des Baufaches nicht wenig zur Erleichterung und Zeitersparnifs beitragen.

II. Die Grundsätze, nach denen die Berechnung der Bohlen, Bretter und Latten aus den ganzen Baumstämmen erfolgt, und deren Anwendung für geistliche Bauten königlichen Patronates und mancherlei Privatzwecke noch immer ein Bedürfnifs ist, weichen in den verschiedenen Landestheilen bedeutend von einander ab, während doch wenigstens eine annähernde Uebereinstimmung wünschenswerth ist. Wenn nun bei der Verschiedenheit des Wachsthums des Holzes und seines nicht vollkommen kreisförmigen Querschnittes eine absolute Verwendung der genauen theoretischen Berechnung nicht wohl erreichbar ist, und in der Praxis stets weniger gewonnen wird, als die Berechnung ergiebt, so dürfte die Einführung möglichst gleichmäfsiger bestimmter Erfahrungssätze anzuempfehlen sein.

Digitized by Google

Anlage 5.

...er, Rheinischen und Saarbrücker Eisenbahn

...ltungen.

Lfde Nr.	Bezeichnung der Bahnen		1865	1866	1867	1868	1869	1870	1871	1872	1873
1	Oberschlesische	32	29258103	27511414	32917885	40480863	40781032	45301545	49362478	50891600	62183700
2	Niederschlesisch-Märkische	96	13587177	12636811	15946289	18849131	18633508	22716710	30706762	32949009	42751630
3	Rechte Oder-Ufer		—	—	—	—	—	—	8874580	13096133	16677798
4	Breslau-Schweidnitz-Freiburger	28	13132572	12577720	12867034	13411350	12335062	12221446	13298224	13396516	13419803
5	Bergisch-Märkische	39	51142169	62717118	73330625	80047167	89556838	93918915	99769565	115997069	123587048
6	Cöln-Mindener	94	77886049	73947843	80597360	78715640	75560837	69294358	72362419	77378220	87144100
7	Rheinische	57	12962622	13439830	19689762	22067655	30284475	34219810	42873670	48713100	60727980
8	Saarbrücker	80	42375085	43862076	47536452	48760422	51236345	39388868	45472172	60692698	66848262
1	Oberschlesische	841	500413553	467934973	554899785	631557574	600078211	672110717	717260859	772658257	863713295
2	Niederschlesisch-Märkische	901	472390792	443270291	531139361	598760529	588876766	673409140	824306122	846054664	1224050805
3	Rechte Oder-Ufer		—	—	—	—	—	—	130322205	209519914	284512455
4	Breslau-Schweidnitz-Freiburger	917	96130427	98986656	99972894	107971541	93226486	92149703	99869662	110632611	113038207
5	Bergisch-Märkische	385	241717784	324046842	419125762	460910019	523060972	587508741	658805322	813716469	931531927
6	Cöln-Mindener	668	640959105	589854718	655717941	669119893	662709349	635358105	648984008	765992971	783192089
7	Rheinische	726	81228320	108612084	174452690	227116450	240451604	278974355	401987160	478053681	612710680
8	Saarbrücker	240	121872659	122708204	134516835	137260348	143324392	110434542	129756866	188899938	208574952

...rocenten:

1	Oberschlesische		71,23	72,53	65,04	65,13	69,51	75,17	72,49	69,0	67,45
2	Niederschlesisch-Märkische		54,00	49,83	53,56	58,18	55,71	59,74	59,50	56,06	58,04
3	Rechte Oder-Ufer		—	—	—	—	—	—	64,7	66,2	69,26
4	Breslau-Schweidnitz-Freiburger		67,3	66,2	66,1	63,7	60,1	62,1	58,6	50,4	50,67
5	Bergisch-Märkische		47,02	48,59	51,66	50,01	48,23	50,28	46,73	46,21	40,50
6	Cöln-Mindener		57,82	57,36	56,54	55,72	53,41	49,46	46,41	42,72	43,97
7	Rheinische		33,82	37,78	43,24	48,02	37,94	40,37	40,30	38,99	41,80
8	Saarbrücker		60,02	77,91	63,41	60,09	55,43	54,02	51,91	53,9	—
1	Oberschlesische	35	2096961	1948672	2279023	2583843	2460682	2710644	2909957	3004112	3433947
2	Niederschlesisch-Märkische	90	1374330	1287495	1555862	1797512	1808594	2051003	2556630	2810544	3799681
3	Rechte Oder-Ufer		—	—	—	—	—	—	612005	891059	1172897
4	Breslau-Schweidnitz-Freiburger	10	589926	561876	573827	577886	531967	517153	574151	609250	603216
5	Bergisch-Märkische	53	1546480	1943994	2306873	2584600	2835027	2939072	3113276	3648133	4070956
6	Cöln-Mindener	90	2964266	2688593	2799010	2803906	2786590	2602220	2628083	2940876	3072439
7	Rheinische	42	444096	466696	682484	837487	1127106	1390282	1771525	2073998	2568194
8	Saarbrücker	75	708007	736249	795891	819749	871890	677945	754940	1043767	1148240

...nd Nebenerträge):

1	Oberschlesische		58,29	58,35	51,95	53,76	54,48	59,08	57,95	57,23	56,90
2	Niederschlesisch-Märkische		28,97	26,19	30,90	35,76	34,48	38,79	38,52	39,35	43,33
3	Rechte Oder-Ufer		—	—	—	—	—	—	56,2	57,3	61,91
4	Breslau-Schweidnitz-Freiburger		61,0	56,8	58,8	56,6	53,8	55,3	53,4	45,4	43,01
5	Bergisch-Märkische		44,07	43,12	45,20	43,82	43,41	43,12	38,89	38,74	32,40
6	Cöln-Mindener		43,55	43,16	43,90	43,28	40,92	36,12	33,75	35,06	35,28
7	Rheinische		20,92	20,62	22,72	24,29	28,70	32,49	30,09	29,82	32,13
8	Saarbrücker		63,13	65,95	63,47	62,57	61,91	53,39	51,51	55,60	57,32
1	Oberschlesische		1,51	1,50	1,46	1,47	1,48	1,45	1,46	1,40	1,43
2	Niederschlesisch-Märkische		1,04	1,04	1,05	1,08	1,08	1,09	1,11	1,20	1,13
3	Rechte Oder-Ufer		—	—	—	—	—	—	1,69	1,53	1,48
4	Breslau-Schweidnitz-Freiburger		2,21	2,04	2,07	1,93	2,05	2,02	2,07	1,95	1,98
5	Bergisch-Märkische		2,30	2,16	1,98	1,98	2,02	2,07	1,97	1,81	1,57
6	Cöln-Mindener		1,66	1,55	1,54	1,51	1,51	1,47	1,46	1,35	1,41
7	Rheinische		1,97	1,85	1,41	1,33	1,69	1,79	1,59	1,56	1,50
8	Saarbrücker		2,10	2,16	2,13	2,15	2,19	2,21	2,10	2,03	1,93
1	Oberschlesische		17,15	17,04	16,64	15,61	14,73	14,91	14,51	15,10	13,89
2	Niederschlesisch-Märkische		34,76	35,07	34,61	31,76	32,14	29,64	26,34	25,52	28,63
3	Rechte Oder-Ufer		—	—	—	—	—	—	14,8	16,0	17,06
4	Breslau-Schweidnitz-Freiburger		7,32	7,87	7,77	8,05	7,56	7,54	7,51	8,26	8,42
5	Bergisch-Märkische		4,78	5,17	5,72	5,76	5,84	6,26	6,60	7,01	7,54
6	Cöln-Mindener		8,23	13,35	8,14	8,50	8,77	9,17	8,97	9,90	8,99
7	Rheinische		6,27	8,03	8,86	9,88	7,94	8,15	9,22	9,81	10,09
8	Saarbrücker		2,90	2,84	2,87	2,85	2,82	2,84	2,89	3,10	3,12

Digitized by Google

er den Werth derselben

ichen Eisenbahnen —

-, Hütten- und Salinen-Betriebes in
enwesen, und mehrerer sehr dankens-

Der Durchschnittspreis der Kohlen auf der Grube betrug					
in den Kohlenbecken					■ Preußen überhaupt
an der Ruhr	an der Saar	in Ober-Schlesien	im Waldenburger Becken	im Aachener Becken	
Sgr.	Sgr.	Sgr.	Sgr.	Sgr.	Sgr.
—	3,20	—	—	—	2,94
—	3,46	—	—	—	3,09
—	3,40	—	—	—	3,05
—	3,46	—	—	—	3,10
—	3,51	—	—	—	3,03
—	3,32	—	—	—	2,96
—	3,60	—	—	—	2,94
—	3,63	—	—	—	2,90
—	3,31	—	—	—	3,03
—	3,40	—	—	—	3,05
—	3,33	—	—	—	3,01
—	3,31	—	—	—	2,97
—	3,34	—	—	—	3,03
—	3,33	—	—	—	2,89
2,61	3,27	—	—	3,88	2,71
2,76	3,33	—	—	3,79	2,81
3,58	3,60	—	—	4,35	3,23
4,15	4,11	2,25	3,19	4,71	3,71
4,49	4,31	2,31	3,37	4,47	3,86
4,44	4,39	2,40	3,33	4,57	3,91
4,40	4,50	2,42	3,23	4,61	3,87
3,91	4,35	2,13	3,35	4,07	3,53
3,10	4,05	1,95	3,16	4,13	3,16
2,51	4,02	1,82	3,21	4,02	2,93
2,58	3,84	1,76	3,21	3,68	2,61
2,16	3,73	1,95	3,20	3,69	2,48
2,26	3,69	1,71	3,14	3,69	2,52
2,50	3,84	1,94	3,42	3,66	2,69
2,57	4,37	1,89	3,09	3,68	2,84
2,58	4,21	2,00	3,20	3,55	2,55
2,53	4,03	2,05	3,26	3,42	2,75
2,61	4,00	2,36	3,09	3,26	2,82
2,90	3,96	2,35	3,21	3,26	2,96
3,56	4,52	2,83	3,47	3,37	3,02
4,27	5,04	3,73	4,12	3,65	4,32
5,73	8,40	3,92	4,59	5,13	5,47

den Werth derselben

ıfsen

bert Hunt (Keeper of the
nommen und der leichteren

Der Geldwerth 1 Ctr. Steinkohlen betrug im Durchschnitt in	
sbritannien d Irland	Preußen
ilbergr.	Silbergr.
2,46	3,16
2,46	2,92
2,44	2,61
2,46	2,48
2,41	2,52
2,47	2,69
2,46	2,84
2,47	2,55
2,47	2,75
2,47	2,82
2,46	2,96
2,96	3,52
3,89	4,32

Die Erfahrung hat aber bestätigt, dafs in den gangbarsten Fällen und unter Erzielung keiner geringeren nutzbaren Brettbreite, als 6 Zoll oder 16 Centimeter, aus einem laufenden Fufs Sägeblock von einem mit der Rinde gemessenen mittleren Durchmesser von:

	14 Zoll oder 37 cm		16 Zoll oder 42 cm		18 Zoll oder 47 cm	
geschnitten werden können:	□Fufs	□m	□Fufs	□m	□Fufs	□m
Bohlen v 4″ od 10,5 cm Dicke:	1 1/8	0,13	2	0,20	2 1/2	0,25
- - 3″ - 8 - -	2	0,20	3	0,30	4	0,39
- - 2″ - 5 - -	3	0,30	4 1/2	0,44	6	0,59
Bretter v. 1 1/2″ - 4 - -	3 3/8	0,33	5 3/4	0,57	7 3/4	0,76
- - 1 1/4″ - 3,5 - -	4 3/8	0,46	7	0,69	9 1/2	0,94
- - 1″ - 3 - -	5 1/2	0,54	8 1/4	0,81	11 1/4	1,11
- - 3/4″ - 2 - -	6 1/8	0,62	9 1/2	0,94	13	1,28

Daher liefert ein laufender Meter (3,19 Fufs) Sägeblock, im mittleren Durchmesser von:

	37 cm	42 cm	47 cm
an Bohlen und Brettern	□m	□m	□m
von 10,5 cm Stärke . . .	0,42	0,63	0,79
- 8 - - . . .	0,63	0,94	1,26
- 5 - - . . .	0,94	1,41	1,89
- 4 - - . . .	1,20	1,81	2,42
- 3,5 - - . . .	1,47	2,20	2,98
- 3 - - . . .	1,73	2,59	3,53
- 2 - - . . .	1,99	2,98	4,09

Und umgekehrt gehören hiernach:

zu einem □m Bohlen und Bretter:	laufende Meter Sägeblock:		
	37 cm stark	42 cm stark	47 cm stark
von 10,5 cm Stärke . . .	2,39	1,59	1,27
- 8 - - . . .	1,59	1,06	0,80
- 5 - - . . .	1,06	0,71	0,53
- 4 - - . . .	0,83	0,55	0,41
- 3,5 - - . . .	0,68	0,45	0,34
- 3 - - . . .	0,58	0,39	0,28
- 2 - - . . .	0,50	0,34	0,24

J. Gärtner.

Mittheilungen aus Vereinen.

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Versammlung am 14. April 1874.

Vorsitzender: Hr. Hartwich. Schriftführer: Hr. Streckert.

Herr Frischen sprach über die Erzeugung elektrischer Ströme mittelst Dampfkraft; in sehr eingehender Weise beschrieb derselbe die Erscheinungen und Wahrnehmungen der Elektrizität unter Vorführung ausgedehnter Experimente, erklärte das Magnetischwerden des Eisens durch elektrische Ströme, die Erzeugung von Inductionsströmen durch magnetoelektrische Stromerzeuger, die dinamo-elektrischen Maschinen zum Minenzünden, erwähnte hierauf das Transportiren von Kraft mit Hilfe der Elektricität und schliefslich die Erzeugung des elektrischen Lichtes.

Herr Naglo erläuterte sodann unter Vorzeigung eines Apparates das von dem Ober-Telegraphisten Meifsner zu Cottbus erdachte System zum Geben von Zeichen seitens der Bahnwärter und event. auch des Zugpersonals nach der Station. Dieser automatische Zeichengeber und Klopfer gestattet sowohl durch verschiedenmaliges Drehen einer Kurbel bestimmte Zeichen telegraphisch nach der Station zu geben, als auch mittelst eines Tasters direct nach der Station zu telegraphiren und Rückantwort zu entnehmen.

Herr Schwabe legte einige Photographieen der nach seinen Angaben für die Niederschlesisch-Märkische Bahn ausgeführten zweistöckigen Personenwagen 3ter Klasse der Berliner Verbindungsbahn und eines eisernen Kohlenwagens von 200 Ctr. Tragfähigkeit vor; die ersteren, welche 90 Personen aufnehmen können, haben insofern eine nicht unwesentliche Verbesserung erhalten, als die bisherigen geraden Treppen an den beiden Stirnseiten durch leichter ersteigbare Wendeltreppen ersetzt sind und aufserdem das obere Stockwerk mit vorspringendem Dach und einer durchgehenden Fensterreihe auf beiden Langseiten versehen ist; die eisernen Kohlenwagen sind behufs Selbstentladung an jeder Langseite mit 2 Klappthüren und im Boden ebenfalls mit 2 Klappen versehen, so dafs nach Oeffnen dieser 6 Klappen der mit Kohlen beladene Wagen von 4 Arbeitern in 10 Minuten entladen werden kann; nach Herstellung der projectirten Pfeilerbahn wird die Entladung jedoch noch rascher bewirkt werden können.

Sodann beschlofs die Versammlung, in diesem Jahre eine Reise nicht zu machen, und zwar unter der Voraussetzung, dafs die in den letzten Jahren sehr geringe Betheiligung seitens der Vereinsmitglieder demnächst eine regere sein würde.

Versammlung am 12. Mai 1874.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Oberbeck.

Herr Kaselowsky hielt einen Vortrag über gefahrlose Kuppelung von Eisenbahnwagen. Der Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen hat ein Preisausschreiben veranlafst für die Erfindung einer Einrichtung, mittelst deren die Kuppelung der Eisenbahnwagen vorgenommen werden kann, ohne dafs ein Zwischentreten des die Kuppelung Ausführenden zwischen die Wagen erforderlich wird. Als hauptsächliche Bedingungen, die hierbei erfüllt werden müssen, führt der Vortragende an: Die neue Kuppelungsvorrichtung mufs auch mit der bisher üblichen Kuppelung in Eingriff zu setzen sein; es ist dabei auf die Zusammendrückbarkeit der Buffer und deren seitliche Verschiebung gegen einander beim Passiren von Curven Rücksicht zu nehmen; das Einhängen der Kuppelung mufs geschehen können sowohl wenn die zu kuppelnden Wagen sich in Ruhe befinden, als auch wenn der eine Wagen gegen den andern angeschoben wird; auch das Spannen der Zugvorrichtungen mufs von der Seite der Wagen her zu bewirken sein; endlich ist auf möglichst billige Herstellung und auf leichte praktische Handhabung Werth zu legen. Der Vortragende weist alsdann an einer von ihm construirten Kuppelungsvorrichtung nach, in welcher Weise er bei Ausbildung der letzteren jenen Bedingungen Rechnung getragen hat.

Digitized by Google

Der Vorsitzende bespricht das neuerdings erschienene Werk des Wirklichen Geheimen Ober-Regierungsraths a. D. Hartwich, betitelt: „Aphoristische Bemerkungen über das Eisenbahnwesen und Mittheilungen über die Eisenbahnen in London nebst Vorstädten.“ Dasselbe enthalte in dem ersten Theile eine Reihe interessanter Bemerkungen über eine den gesteigerten Ansprüchen des Verkehrs entsprechende Aus- und Umbildung des Eisenbahnwesens, sowohl was den Bau als den Betrieb anlangt, unter wiederholter Vergleichung der deutschen Bahnen mit den Bahnen Englands, in dem zweiten Theile eine schätzenswerthe Sammlung von Zeichnungen und Erläuterungen zu verschiedenen Bahnhofsanlagen in und bei London. Das Werk sei zum Studium sehr zu empfehlen. Es enthalte jedoch einige auf irrigen Annahmen beruhende und deshalb ungerechtfertigte Angriffe gegen die Preufsische Eisenbahnverwaltung. So werde mit Unrecht behauptet, die freie Bewegung in Verbesserungen und die Einführung neuer Constructionen werde durch die Revision seitens der Staatsbehörden beschränkt und gehemmt; eine solche Beschränkung finde nur so weit statt, als es die Sicherheitsrücksichten und die Wahrung der von dem Verein der Deutschen Eisenbahn-Verwaltungen aufgestellten einheitlichen Grundsätze erfordern. Im Uebrigen überlasse man insbesondere bei den Privatbahnen jeder Verwaltung gern die Art und das Detail der Construction und Anordnung, bei den Staatsbahnen allerdings unter Wahrung des Kostenpunkts. Ferner werde die durch diese Revisionen herbeigeführte Verzögerung der Bauausführungen von dem Verfasser getadelt. Allerdings müsse anerkannt werden, dafs die Anhörung der Localbehörden, die Berücksichtigung von Reclamationen, die landespolizeiliche Prüfung etc. bisweilen eine unerwünschte Verzögerung in der Feststellung der Projecte herbeiführe. Dies würde aber nirgends zu vermeiden sein, fehle insbesondere auch nicht in England. Die eigentliche technische Revision der Projecte bei den Commissariaten und im Ministerium erheische einen hierzu, und im besonderen gegenüber den unvermeidlichen Verzögerungen beim Grunderwerb und den sonstigen vorbereitenden Schritten nicht ins Gewicht fallenden Zeitaufwand. England könne hierin keineswegs als Muster dienen. Man denke nur an den enormen Zeit- und Kostenaufwand, welcher erforderlich ist, um die unentbehrliche Eisenbahnbill in und durch das Parlament zu bringen. Die in dem Werke hervorgehobenen mannigfachen Vorzüge der englischen Einrichtungen für den Güterverkehr vor den unsrigen wären nicht in Abrede zu stellen. Die Ursache derselben sei in den ungleich günstigeren Verhältnissen zu suchen, unter denen sich das Eisenbahnwesen in England entwickelt habe, wo zur Zeit der ersten Eisenbahnanlagen das Ingenieurfach bereits eine hohe Stufe der Ausbildung erreicht hatte. Auch bei uns werde indessen schon seit langer Zeit dahin gestrebt, jene Vorzüge englischer Einrichtungen, darunter namentlich thunlichste Trennung des Personen- und Güterverkehrs, in die Praxis einzuführen. Von den bevorstehenden Reformen in der Eisenbahn-Gesetzgebung seien weitere Erleichterungen für den Güterverkehr zu erhoffen. Der von dem Verfasser besonders betonte Vorwurf, dafs durch staatliche Bestimmungen die Drehscheiben beseitigt und durch Weichenanlagen ersetzt seien, treffe nicht zu. Auch nicht eine Drehscheibe sei auf Veranlassung der Regierung beseitigt, oder die Anlage derselben verboten worden — abgesehen von der durch das Reichs-Eisenbahn-Polizei-Reglement verbotenen Anlage von Drehscheiben in den durchgehenden Hauptgeleisen — vielmehr seien schon seit Jahren die Bahnverwaltungen auf eine ausgedehntere Anwendung von Drehscheiben auf den eigentlichen Güterbahnhöfen zur Verbindung der Geleise unter einander, wie sie in Frankreich und England üblich seien, hingewiesen worden. Durch die in grofser Anzahl noch vorhandenen sechsrädrigen Güterwagen werde indessen die allgemeine Anwendung von Drehscheiben noch vielfach erschwert. Bei Neubeschaffungen bilde deshalb schon lange der vierrädrige Güterwagen die Regel, von welcher nur für die Verladung und Versendung von geschnittenen Hölzern etc. im Localverkehre eine nicht in Betracht kommende Ausnahme gemacht werde. Für die grofsen Rangir-Bahnhöfe, welche lediglich dem Trennen, Ordnen und Zusammensetzen der Güterzüge dienten, ziehe man allerdings aus Rücksichten der Zeitersparnifs in Preufsen häufig die Weichenverbindung der Drehscheibe vor.

Herr Hartwich replicirt, die erwähnten Vorwürfe, welche er aufrecht erhalte, seien nicht etwa speciell gegen die gegenwärtige Eisenbahn-Verwaltung gerichtet, sondern träfen vielfach, insbesondere bezüglich der Unterdrückung der Drehscheiben die Verwaltungsmaafsregeln aus früheren Jahren. Was über die Revisionen gesagt sei, beziehe sich keineswegs auf die Verhandlungen vor Concessionirung und allgemeiner Feststellung der Gesammtanlage der Bahn, sondern lediglich auf die Detail-Revisionen der Special-Projecte, welche nach erfolgter sorgfältiger Prüfung und Concessionirung eintreten. Es sei dies unzweifelhaft ersichtlich aus der Fassung des letzten Absatzes auf pag. 4 der Broschüre. Desgleichen sei pag. 22 im letzten Absatze ausdrücklich hervorgehoben, dafs in England nach Feststellung des Hauptprojectes zu einer Bahnanlage durch Parlamentsacte die Wahl der Special-Constructionen lediglich den Verwaltungen überlassen bleibe. — Vor Ertheilung der Concession könnten Dispositionen und Einrichtungen überhaupt nicht getroffen werden, die durch vorgängige Prüfungen entstehenden Verzögerungen daher für die Bahngesellschaften keine materiellen Nachtheile herbeiführen. Alle Detail-Revisionen aber, welche nach der Concessionirung die Bauausführung verzögern und freie Dispositionen hindern, seien höchst nachtheilig. — Nach einer kurzen, diesen Deductionen entgegentretenden Rückäufserung des Vorsitzenden zeigt

Herr Eichholz, anknüpfend an das von Herrn Kasselowsky besprochene Thema, ein Modell zu einer gefahrlosen Wagenkuppelung eigener, patentirter Construction vor, erläutert die Art und Weise, wie bei derselben den gestellten Anforderungen genügt ist, und ladet die Versammlung für den folgenden Tag zur Besichtigung eines auf dem Stettiner Bahnhofe hierselbst befindlichen, mit der genannten Kuppelung versehenen Wagens ein.

Zum Schlusse der Sitzung werden die Herren: Obristlieutenant Kefsler, Chef der Eisenbahn-Abtheilung des Generalstabes, und Kaiserlicher Admiralitätsrath Wagner durch übliche Abstimmung als ordentliche einheimische Mitglieder in den Verein aufgenommen.

Digitized by Google

Inhalt des vierundzwanzigsten Jahrgangs.

I. Amtliche Bekanntmachungen.

	Pag.
Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 10. Novbr. 1873, betreffend die Zulässigkeit der Vergebung von Lieferungen und Bauten im Wege des beschränkten Submissionsverfahrens, bezw. aus freier Hand	1
Verfügung d. d. Berlin, den 15. November 1873, die Fabrikation und Verwendung sogenannter Schwemmsteine betreffend	3
Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 12. August 1873, die Behandlung der Projecte zur Anlage oder Umgestaltung von Bahnhöfen betreffend, mit den Normen für die Aufstellung von Bahnhofsprojecten . . .	113
Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 27. Decbr. 1873, die Weite von Feldwege-Ueberführungen betreffend	119
Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 13. Februar 1874, die Berechnung des Werthstempels bei Lieferungs-Verträgen betreffend	119
Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 16. Mai 1874, betreffend die Superrevision der Anschläge für Neubauten, welche die Summe von 1000 Thlr., und für Reparaturbauten, welche die Summe von 3000 Thlr. überschreiten, nebst Allerhöchster Ordre vom 20. April 1874	281
Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 7. August 1874, betreffend die Ermächtigung für die Regierungen etc., bei Entreprise-Bauten den Local-Baubeamten die Anweisung von Abschlagszahlungen zu übertragen .	453
Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 27. August 1874, betreffend die Abwickelung der in der Ausführung begriffenen, nach Thalerwährung aufgestellten Bauanschläge	453
Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 8. Septbr. 1874, betreffend die Befugnifs der Baubeamten, bei Bauausführungen, deren Werth unter dem Betrage von 100 Thlr. bleibt, selbstständig das beschränkte Submissions-Verfahren oder die Verdingung aus freier Hand in Stelle des öffentlichen Submissions-Verfahrens treten zu lassen	454
Verzeichniss der im preufsischen Staate angestellten Baubeamten	217
Personal-Veränderungen bei den Baubeamten	4, 120, 283 u. 455

II. Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

A. Landbau.

	Zeichnung. Blatt.	Pag.
Das Palais des Herrn v. Kronenberg in Warschau, von Herrn Geheimen Regierungsrath F. Hitzig in Berlin	1—8	5
Das städtische Viererdthad in Carlsruhe, von Herrn Architekt Josef Durm in Carlsruhe	22—29 u. *As* i.T.	123
Geschäftsgebäude für das Kreisgericht zu Hechingen, von Herrn Geh. Ober-Baurath Herrmann in Berlin	30—33	127
Die Anlage der Rauchcanäle und der Rauchkammern in der ehemaligen Münze zu Strafsburg und ihre Anwendung beim Umbau der Königl. Münze in Frankfurt a/M., von Herrn Regierungs- und Baurath A. Cremer in Wiesbaden	34	131
Die Elisabethkirche zu Wilhelmshaven, von Herrn Baurath Professor F. Adler in Berlin	43—49	287
Gebäude der pflanzenphysiologischen Versuchsstation des Königl. pomologischen Instituts zu Proskau, von Herrn Baurath Engel in Proskau	50—52	291
Ueber Fundirungen mit Senkbrunnen nebst Beschreibung einiger Fälle aus der Praxis, von Herrn Baurath L. Quassowski in Berlin	*J* (im Text)	297
Das Empfangsgebäude der Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahn zu Breslau . .	57—62 u. *P* (i.T.)	343
Bemerkungen über die Anwendung des Metermaafses und über Holzberechnung in Baurechnungen, von Herrn Baurath J. Gärtner in Berlin	—	582

Digitized by Google

B. Wasser-, Maschinen-, Wege- und Eisenbahnbau.

	Zeichnung. Blatt.	Pag.
Ueber das Verhalten des Wasserdampfes bei seiner Wirkung in den Dampfmaschinen, von Herrn Professor F. K. H. Wiebe in Berlin	—	7, 167
Ueber Material, Fabrikation und Verschleifs der Eisenbahnschienen, von Herrn Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector J. Garcke in Hamm	*E*—*G* (im Text)	27, 187
Ueber die Geschwindigkeitsformel des Woltman'schen Flügels, von Herrn Regierungs- und Baurath Sasse in Merseburg	—	77
Die Um- und Neubauten der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn. 6. Umbau der Havel-Brücken bei Potsdam und Werder, von Herrn Baurath L. Quassowski in Berlin	35—38	135
Canalisation der Mosel von Arnaville bis Metz, von Herrn Wasser-Bauinspector J. Schlichting in Tilsit	39—42, 53—56 u. *A*—*D* (im Text)	147, 313
Beschlüsse der vom 29. October bis 1. November 1873 stattgehabten Conferenz behufs Berathung der zur Erhöhung der Sicherheit im Eisenbahnbetriebe zu ergreifenden Maafsnahmen	—	235
Theorie und Anordnung der Lehrgerüste gewölbter Brücken, von Herrn Baurath Professor Dr. F. Heinzerling in Aachen	*K* u. *L* (im Text)	321
Die Stromverhältnisse der Elbe bei Torgau in den Jahren 1820 bis 1850, von Herrn Regierungs- und Baurath Sasse in Merseburg	*M* (i. T.)	347
Resultate der Pegelbeobachtungen am Rheinpegel zu Cöln in den Jahren 1817 bis 1873, von Herrn Wasser-Bauinspector Kluge in Genthin	—	367
Ueber den Kohlenverkehr auf den Preufsischen Eisenbahnen, von Herrn Regierungs- und Baurath Schwabe in Berlin	63, 64, 67—71	373, 508
Graphische Ermittelung der Ordinaten und Grenzspannungen für den Schwedler'schen Träger, von Herrn Ingenieur Schäffer in Darmstadt	*N* (i. T.)	391
Bestimmung der zulässigen Spannung für Eisenconstructionen, von Herrn Ingenieur Schäffer in Darmstadt	*O* (i. T.)	396
Strafsenbrücke über den Douro bei Regoa in Portugal, von Herrn Ingenieur Wex in Berlin	65, 66	457
Ueber das Verhalten der Metalle bei wiederholten Anstrengungen (Fortsetzung der Wöhler'schen Festigkeitsversuche), von Herrn Spangenberg, Professor an der Königl. Gewerbe-Akademie zu Berlin (Schluss folgt).	*Q* (i. T.)	473
Die Wasserstände des Rheins an den Pegeln zu Strafsburg, Bingen, Bacharach, St. Goar, Coblenz, Cöln, Düsseldorf, Emmerich, und der Mosel an den Pegeln zu Sierck und Cochem, von Herrn Wasser-Bauinspector Kluge in Genthin	*R* u. *S* (im Text)	495
Betrachtungen über die Dauer der einzelnen Wasserstände an den Rheinpegeln bei Coblenz, Cöln und Düsseldorf, sowie über die Häufigkeit ihres Eintretens, von Herrn Wasser-Bauinspector Kluge in Genthin	*T* (i. T.)	501

C. Kunstgeschichte und Archäologie.

	Zeichnung. Blatt.	Pag.
Die Herstellung der Domkirche in Limburg an der Lahn, von Herrn Regierungs- und Baurath A. Cremer in Wiesbaden	9—17	41
Die Prämonstratenser-Abtei Knechtsteden, von Herrn Baurath J. C. Raschdorff in Cöln	18—21	61

D. Bauwissenschaftliche und Kunstnachrichten.

	Pag.
Hagen'sche Stipendien-Stiftung. Nachricht für 1873	262
64ster Baubericht über den Fortbau des Domes zu Cöln, von Herrn Regierungs- und Baurath Dombaumeister Voigtel in Cöln	471

E. Mittheilungen aus Vereinen.

Architekten-Verein zu Berlin.

	Zeichnung. Blatt.	Pag.
Preis-Aufgaben zum Schinkelfest am 13. März 1875	*H* (i. T.)	261
Schinkelfest am 13. März 1874	—	407

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

	Pag.
Versammlung am 9. September 1873	85
- - 14. October 1873	86
- - 11. November 1873	269
- - 9. December 1873	272
- - 13. Januar 1874	427
Versammlung am 10. Februar 1874	431
- - 10. März 1874	432
- - 14. April 1874	533
- - 12. Mai 1874	534

Digitized by Google

III. Literatur.

	Pag.
Carl Friedrich Schinkel's Decorationen innerer Räume, herausgegeben von Martin Gropius, Baumeister und Professor. Berlin, Ernst & Korn . . .	87
Die Bauwerke der Renaissance in Umbrien, von Paul Laspeyres, Architekt I. Abtheilung mit 10 Kupfertafeln und 70 Holzschnitten. Berlin, Ernst & Korn 1873	95
Deutsche Zeitschrift für Kunstindustrie	97
Carl v. Lützow, Kunst und Kunstgewerbe auf der Wiener Weltausstellung. Leipzig, E. A. Seemann .	100
C. Wimmer, Mittelalterliche Holzschnitzereien. Mainz, 1873. V. v. Zabern	102
Verzeichniss neu erschienener oder neu aufgelegter bauwissenschaftlicher Werke des In- und Auslandes im Jahr 1873	101
Das Augusta-Hospital und das mit demselben verbundene Asyl für Krankenpflegerinnen zu Berlin, von Dr. C. H. Esse, Geh. Regierungsrath und Charité-Krankenhaus-Director a. D. Berlin, Verlag von Th. Chr. Fr. Enslin	273
R. Bedtenbacher Sammlung ausgewählter Bautischler-Arbeiten der Renaissance in Italien. Heft 1 u. 2. Fol. Carlsruhe, Verlag von J. Veith	279
L. Henz. Praktische Anleitung zum Erdbau. 8. Aufl., nach dem Tode des Verf.'s umgearbeitet und vermehrt von Streckert, Königl. Reg.-Rath im Reichseisenbahnamt. Berlin, Ernst & Korn. 1874	449
Deutsche Renaissance, redigirt von A. Ortmann. Leipzig, E. A. Seemann	452

Digitized by Google

Halle, Buchdruckerei des Waisenhauses.

ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

HERAUSGEGEBEN

UNTER MITWIRKUNG DER KÖNIGL. TECHNISCHEN BAU-DEPUTATION UND DES ARCHITEKTEN-VEREINS ZU BERLIN.

REDIGIRT

VON

G. ERBKAM,

BAURATH IM KÖNIGLICHEN MINISTERIUM FÜR HANDEL, GEWERBE UND ÖFFENTLICHE ARBEITEN.

JAHRGANG XXV.

MIT XCII KUPFERTAFELN IN FOLIO UND QUART UND VIELEN IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.

BERLIN 1875.

VERLAG VON ERNST & KORN.

(GROPIUSSCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.)

CARL TREI... HEILBRONN

HERAUSGEGEBEN
UNTER MITWIRKUNG DER KÖNIGL. TECHNISCHEN BAU-DEPUTATION UND DES ARCHITEKTEN-VEREINS ZU BERLIN.

JAHRGANG XXV. 1875. HEFT I BIS III.

Amtliche Bekanntmachungen.

Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

(Ende November 1874.)

Der Baumeister Ewerding ist zum Kreis-Baumeister in München-Gladbach (Reg.-Bez. Düsseldorf) ernannt.

Der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Otto ist von Hirschberg nach Berlin versetzt und zum Vertreter des Vorstehers des betriebstechnischen Büreaus der K. Direction der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn ernannt.

Der Marine-Hafen-Baudirector Martini ist aus dem Staatsdienste getreten.

In den Ruhestand ist getreten:

der Eisenbahn-Bauinspector Jahn in Cassel.

Gestorben ist:

der Kreis-Baumeister Mottau in Iserlohn.

Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

Original-Beiträge.

Wohngebäude in Berlin, Bismarckstrafse Nr. 4.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 1 bis 3 im Atlas.)

Das auf Blatt 1 bis 3 im Atlas in Grundrissen, Durchschnitten und Ansichten dargestellte Wohnhaus ist in Berlin für den Geheimen Ober-Medicinalrath Professor Dr. Frerichs in den Jahren 1869—70 erbaut. Das ganze Gebäude wird von dem Besitzer mit seiner Familie allein bewohnt. Im Erdgeschofs liegen die Geschäfts- und Gesellschaftsräume, im ersten Stockwerk die Wohn- und Schlafgemächer, so wie die Kinderzimmer; im Dachgeschofs, welches nach der Hofseite grofse Fenster erhalten hat, befinden sich noch Kinder- und Fremdenzimmer. Die Wirthschaftsräume sind im Kellergeschofs angelegt und werden die Speisen aus der Küche nach dem Speisesaal durch einen Aufzug befördert. Das Gebäude wird durch Luftheizung erwärmt.

Da der Baugrund schlecht war, mufste bei der Bauausführung Kastengründung angewendet werden.

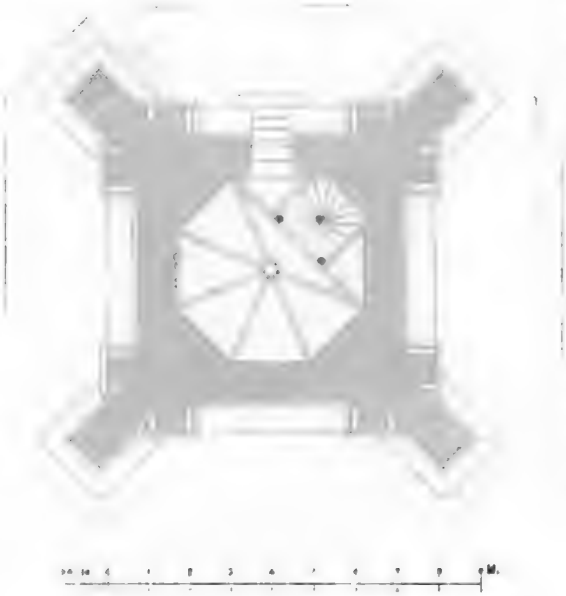
Berlin, im November 1874. F. Hitzig.

Digitized by Google

Denkmal auf dem Marienberge bei Brandenburg.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 4 im Atlas.)

Die Bestimmung des Denkmals, dessen Ausführung dem Unterzeichneten in Folge einer im Jahre 1873 stattgehabten Concurrenz zuertheilt worden ist, ist eine doppelte. Es soll einmal als Siegesdenkmal für die Kriege von 1864, 66 und 70, 71 errichtet werden und die Namen der in diesen Feldzügen aus der Provinz Brandenburg gebürtigen Gefallenen dem Gedächtnifs überliefern, und ferner zugleich an die Rolle erinnern, welche der Mark Brandenburg in der historischen Entwickelung der Ereignisse, deren letzten Abschnitt jene Kriege bilden, zuertheilt war. Demgemäfs ist auch schon die Stelle, auf welcher es errichtet wird, der im Nordwesten der Stadt belegene Marien- oder Harlungerberg eine bedeutsame. Sie beherrscht weithin die Stadt Brandenburg und die von der Havel durchströmte Ebene und es befand sich auf ihr schon zu Wendenzeiten ein Heiligthum dieses Volkes. Später nach Besetzung des Landes durch die Deutschen stand dort eine berühmte Marienkirche, welche erst im vorigen Jahrhundert leider zwecklos abgebrochen wurde. Genau auf der Stelle jener zerstörten Kirche wird sich das Denkmal in einer Gestalt erheben, welche geeignet erscheint, ihm auf jener Höhe eine bedeutsame Wirkung zu sichern.



Seinem Grundgedanken nach ist es als ein Thurm von nahezu 30 Meter Höhe gestaltet, welcher sich aus einem vierseitigen Unterbau von 8 Meter Seite erst im Achteck, dann als runder Schaft erhebt. Als Bekrönung trägt er eine achtseitige Loge und ist mit einem Kegeldach abgeschlossen. An dem unteren Theile ist die specielle Bestimmung des Monumentes veranschaulicht. Vier Nischen, durch vortretende Strebepfeiler getrennt, enthalten Tafeln mit den Namen der Gefallenen, darüber je ein Relief mit einer auf die historische Bedeutung des Baues bezüglichen Darstellung, nämlich 1) die Colonisation der Mark durch die Deutschen, 2) die Einführung des Christenthums in der Mark und die Errichtung des Bisthums Brandenburg, 3) die Besitzergreifung des Landes durch Friedrich I. von Hohenzollern, 4) die Proclamirung des Deutschen Kaiserreiches zu Versailles. In den Bekrönungen der Nischen sind Wappen angebracht, welche mit den Reliefs in Verbindung stehen, das Wappen der Mark Brandenburg, der Stadt Brandenburg, des Hauses Hohenzollern und des Deutschen Reiches. Die Strebepfeiler, welche den Uebergang zum Achteck vermitteln, tragen an ihrer Stirnseite auf Adlerconsolen die überlebensgrofsen Statuen der vier Fürsten, in deren Personen die Geschichte der Mark sich insbesondere concentrirt, Otto des Grofsen, Albrecht des Bären, Friedrich I. von Hohenzollern und des Kaiser Wilhelm. Die Loge auf der Höhe des Thurmes soll zum Genufs der weiten Aussicht dienen und hat zu diesem Zwecke acht grofse Fenster erhalten. Unterhalb der Fenster ist ein Fries mit Eichenkränzen und den Wappen brandenburgischer Städte angebracht. Auf der Spitze des Kegeldaches erhebt sich ein Kreuz. Das Innere des Thurmes enthält eine kleine Halle mit einer zu der Aussichtsloge führenden Treppe.

Die Formen des Baues sind derartig gewählt, dafs derselbe sich den charakteristischen mittelalterlichen Baudenkmalen Brandenburgs zwar anschliefst, aber doch einen eigenartigen Ausdruck, sowohl als ein modernes Werk, wie als ein von einem Befestigungsthurm wohl zu unterscheidendes Denkmal erhalten hat.

In seiner Herstellung ist möglichste Monumentalität in Aussicht genommen. Die Flächen sollen in Ziegelrohbau ausgeführt werden, alle ornamentalen Theile, sämmtliche Abdeckungen und Bekrönungen, Gesimse und Abwässerungen werden in festem Sandstein gefertigt. Für den figürlichen Schmuck soll Pariser Kalkstein angewendet werden, für die Schrifttafeln polirter Syenit.

Die Baukosten sind auf 25000 Thlr. angenommen, von denen bereits ein beträchtlicher Theil durch freiwillige Beiträge, sowie durch die Bewilligung des Communal-Landtages gedeckt ist. Der Bau soll in zwei Jahren vollendet sein.

Hubert Stier.

Der Zoologische Garten zu Berlin.

In dem Bildungs- und Belehrungsapparat unserer modernen Grofsstädte hat sich der zoologische Garten allmälig einen hervorragenden Platz erworben. Die bedeutenden Anforderungen, welche nach und nach an diese meist von Actiengesellschaften gegründeten Institute gestellt wurden, führten wegen Beschaffung der Geldmittel von selbst dahin,

den Standpunkt der reinen Wissenschaftlichkeit aufzugeben und neben der Belehrung auch dem Vergnügen der Besucher eine gewisse Rechnung zu tragen. Für den Architekten haben sich aus diesen beiden Forderungen an ein solches Institut eine Fülle von reizvollen Aufgaben ergeben. Die Unterzeichneten glauben daher durch die Veröffentlichung der letzten Bauausführungen des Berliner Gartens nicht allein den Fachgenossen, sondern auch den Leitern und Gönnern ähnlicher Institute einen weiteren willkommenen Beitrag für diesen in gewisser Beziehung eigenartigen Zweig unseres Faches zu geben.

In dem Umstande, dafs bereits im Jahrgang 1847 der Förster'schen Bauzeitung von unserem verdienstvollen Altmeister, Ober-Hof-Baurath Strack, eine Reihe anziehender kleiner Baulichkeiten dieses Gartens veröffentlicht wurden, fanden dieselben einen Anlafs, diesen Kreis zu vervollständigen und die dürftige Literatur mit einem weiteren Beitrag zu versehen. Nicht unerwähnt dürfen dieselben ferner lassen, dafs die Grundgedanken für diese Entwürfe und Bauausführungen der Seele dieses Instituts, dem Herrn Dr. Bodinus als geistiges Eigenthum angehören, die Unterzeichneten also kein anderes Verdienst daran beanspruchen, als das, diesen Gedanken Gestaltung gegeben zu haben.

Für den Standpunkt, den man derartigen Aufgaben gegenüber einzunehmen hat, dürfte Folgendes wichtig sein.

Der Charakter dieser Baulichkeiten hat doppelten Forderungen Rechnung zu tragen. Es soll durch die äufsere Erscheinung der Beschauer angeregt und ihm Gebilde vorgeführt werden, an welche anknüpfend seine Phantasie das eingehegte Thier auf seinem heimathlichen Boden zu sehen glaubt. Vor Allem aber soll dem Thier selbst ein behaglicher, dem Sonnenlicht möglichst zugänglicher, gut ventilirter, im Sommer nicht zu heifser, im Winter warmer Stall oder Käfig geschaffen werden, in welchem auch der Besucher sich wohl fühlt. Gegen diese letztere Bedingung ist in älteren Anlagen vielfach gesündigt worden. Die oft lichtlosen, übelriechenden Räume gleichen mehr Kerkern, in welchen das oft kostbare Thier einem schnellen Siechthum oder Tode zugeführt, der Besucher mehr abgeschreckt als angezogen wird. Wie wichtig es ist, dem Thier das Gefühl vollster Behaglichkeit zu gewähren und ihm die Freiheit vergessen zu machen, beweisen die überraschenden Erfolge einiger Gärten in der Vermehrung der Thiere. Hiermit wird der Verwaltung nicht nur eine beträchtliche Einnahmequelle geschaffen, sondern auch das Interesse durch die Möglichkeit der Beobachtung des Familienlebens der Thiere und jedes Stadiums ihres Alters immer von Neuem angeregt. — Zu diesem Erfolge tragen neben guter Pflege, peinlichster Reinhaltung und rationeller Ernährung nicht zum kleinsten Theil gut disponirte Häuser bei.

In den Ansprüchen an ein gutes Haus spielt die wichtigste Rolle: **die Beleuchtung.**

Aehnlich wie bei einem Pflanzenhause ist das directe Einfallen der Sonnenstrahlen namentlich im Winter ein wichtiges Lebensmoment für die Thiere. Eine Lage der Hauptseite des Hauses gegen Südosten ist deshalb wünschenswerth, weil so die Sonne für einige Stunden dasselbe in seiner ganzen Länge durchscheinen und durchwärmen kann. Hierdurch ergiebt sich die Beleuchtung durch Oberlicht als die zweckmäfsigste und empfehlenswertheste. Für Thiere, die sich durch ihren Farbenreiz besonders auszeichnen, wie die meisten der Vögel, ist diese Beleuchtung geradezu unentbehrlich. Erst durch sie und namentlich durch das Spiel der Sonne auf dem glänzenden Gefieder gelangt die Schönheit der Erscheinung zur vollen Entfaltung. Für Thiere, welche von Natur menschenscheu, wie die Raubthiere, ist die Beleuchtung so anzuordnen, dafs ein Theil des Käfigs im Schatten liegt, damit sich das Thier gelegentlich dorthin zurückziehen kann. Aus den oben angeführten Gründen sind doppelte Oberlichte, namentlich mit mattem Glase, wenn nicht zu starke Abkühlung dazu zwingt, nicht wünschenswerth. Dahingegen ist es wichtig, den Zuschauerraum nicht direct zu beleuchten, weil durch den Contrast in der Beleuchtung ein Reiz entsteht, welcher Thier und Mensch gleichmäfsig zu Statten kommt.

Für die **Heizung** ist mit gleich gutem Erfolge Luft- und Warmwasserheizung zur Anwendung gekommen. Wenn erstere gewisse Vorzüge für die permanente Zuführung frischer Luft bietet, so hat die letztere bei etwas gröfserer Kostspieligkeit der Anlage den Vortheil, den Wärmegrad des Hauses constanter und die Vertheilung der Wärme leichter und gleichmäfsiger (bei geringerem Brennmaterialverbrauch) bewirken zu können.

Für die **Ventilation** ist aufser durch die Heizung und durch Einrichtungen für natürliche Ventilation unseres Wissens von der Anwendung von Ventilatoren und sonstigen künstlichen Vorrichtungen noch kein Gebrauch gemacht worden. Dafs ohne die Anwendung derselben z. B. Affen- und Raubthierhäuser ganz vom Uebelstande ihres penetranten Geruchs befreit werden können, halten wir für unmöglich, wenn man nicht zu dem Mittel greift, solche Thiere hinter Glas zu setzen, wozu allerdings noch mancherlei andere Rücksichten für einzelne Thierarten schliefslich doch führen dürfen. Neuerdings beginnt man, die Wichtigkeit der Beschaffung von Pflanzenluft ihres Ozongehaltes wegen für manche Thiere zu probiren. Es liegt auf der Hand, dafs viele der beliebtesten Thiere unserer Gärten, wie Affen, einzelne Raubthiere, die meisten Vögel etc., welche im Walde ihre Heimath haben, durch das Entbehren solcher Luft an ihrer Gesundheit auf die Dauer geschädigt werden müssen. Leider bieten hierbei die Ammoniakgase, welche das Thierleben erzeugt, ein kaum zu beseitigendes Gift für das Gedeihen des Pflanzenlebens. Es liegt hierin ein noch ungelöstes Problem für gute Thierhäuser.

Nicht unwichtig ist ferner die **Beschaffenheit des Fufsbodens.** Thiere, welche der äquatorialen Zone angehören, sind natürlich an eine hohe Bodenwärme gewöhnt und sollten dieselbe auch in der Gefangenschaft finden. So hat man z. B. Giraffen und einzelnen der Antilopenarten, welche häufigen rheumatischen Krankheiten, besonders der Beine, ausgesetzt sind, einen von unten künstlich erwärmten Fufsboden gegeben und dadurch diese Krankheiten auf ein geringes Maafs eingeschränkt. Der Versuch, für Raubthierkäfige den an sich warmen Asphalt-Fufsboden anzuwenden, hat aufgegeben werden müssen, weil bei bester Reinhaltung doch durch den Urin Zersetzungen des Asphalts herbeigeführt werden, welche den Geruch solcher Häuser noch unerträglicher machen. Holz-Fufsboden hat sich schliefslich als das Beste bewährt. Bei Sommerkäfigen mit Sandboden, welche mit Glas überdacht sind, wolle man darauf Bedacht nehmen, das Dach so weit überhängen zu lassen, dafs das Traufwas-

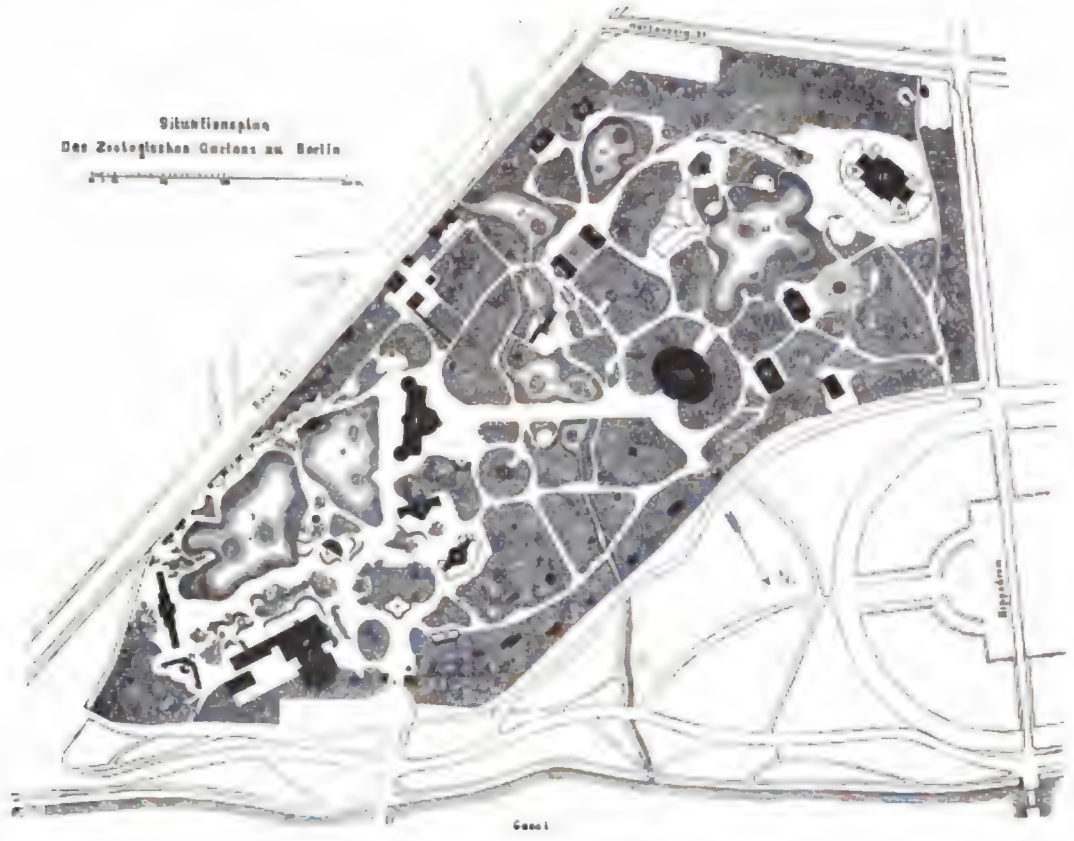
Digitized by Google

ser und der Schlagregen den Fufsboden nicht anfeuchten können. Namentlich Raubthiere wählen mit Vorliebe und zu ihrem Schaden solche durchfeuchtete Stellen zum Liegen.

Damit die Thiere sich dem Beschauer gut präsentiren, stellt man dieselben gern etwas erhöht, Raubthiere bis zu $1{,}_{25}$ m, Ein- und Zweihufer, gröfsere Vogelarten etc. $0{,}_{3}$ m bis $0{,}_{5}$ m hoch.

Die so überaus wichtigen Verschlufsvorrichtungen, Schieber, Thüren und sonstige Absperreinrichtungen werden wir bei den einzelnen Thierhäusern behandeln.

Endlich ist nicht ganz unwesentlich der Anstrich des Hintergrundes der Käfige. Für die malerische Wirkung würden in vielen Fällen sich tiefe Farben empfehlen; auf Kosten der Gesammtwirkung hat sich aber ein leichter neutraler Ton als das Beste herausgestellt. Auf ihm kommt das Thier zu bester Wirkung, während schon die leichte Erneuerung desselben sich aus Reinlichkeitsgründen empfiehlt. Die Sommer- resp. Aufsenkäfige, sowie die Sommerausläufe sollen dem Thiere möglichste Freiheit gewähren und müssen in Bezug auf Lage gegen die Sonne, auf charakteristische Bodenbeschaffenheit und Baumbestand richtig gewählt, aber auch nicht zu grofs gegriffen sein, um das Thier nicht der Beobachtung zu entziehen.



1. Raubvogelkäfige.
1 *a. b. c.* Käfige für kleinere Raubvögel.
2. Neptunsteich.
3. Stelzvogelhäuser.
4. Grottenteich.
5. Inspectionshaus.
6. Winterhaus
7. Hunderzwinger.
8. Grofses Raubthierhaus.
9. Bärenzwinger.
10. Vogelhaus.
11. Hirschpark.
12. Kanguruh-Haus.
13. Kleines Raubthierhaus.
14. Wombat-Grotte.
15. Grotte für Nagethiere.
16. Geflügelgehege.
17. Schwarzer Teich.
18. Pelikan-Gehege.
19. Antilopenhaus
20. Lamahaus.
21. Entenvolière.
22. Straufsenhaus.
23. Cascadenteich.
24. Canalteich.
25. Grofse Volière.
26. Alter Bärenzwinger.
27. Kamelhaus.
28. Alter Teich.
29. Altes Affenhaus.
30. Projectirtes Affenhaus
31 Fasanen-Volière.
32. Elephantenhaus.
33. Vierwaldstädter-See
34. Hühnerhaus
35. Altes Raubthierhaus.
36. Geflügelhaus.
37. Hirschparke.
38. Reservestall.
39. Wisentparke.
40. Büffelparke.
41. Kerabaupark.
42. Hirschpark
43. Jakpark.
44. Zebupark.
45. Fischotter-Bassin.
46. Biber- und Seehund-Bassin.
47. Adlervolière.

a. Eingang.
b. Ausgang.
c. Springbrunnen.
d. Neue Restauration.
e. Alte Restauration.
f Retiraden für Herren.
g. Retiraden für Damen.
h. Orchester.
k. Kaisergrotte.

Digitized by Google

I. Das Antilopenhaus.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 5, 6 und 7 im Atlas.)

Es ist dieses Bauwerk seiner Fläche nach die gröfste neuere Ausführung des Gartens. Dasselbe bedeckt eine bebaute Fläche von rot. 2000 □^{m} und mit Hinzurechnung der grofsen Sommerausläufe sogar eine Bodenfläche von 4100 □^{m}. Diese für die Herstellung von 21 Ställen bedeutende Gröfse ist hauptsächlich dadurch hervorgerufen, dafs zum ersten Male aus schon früher angeführten Gründen ein Pflanzenhaus mit in das Programm aufgenommen und, um die Thüren von der, starken Abkühlungen ausgesetzten Aufsenmauer zu isoliren und dem Wärter die Ställe leicht zugänglich zu machen, aufserdem ein Wärtergang längs der Umfassungswände angeordnet ist.

Die Ställe erscheinen auf diese Weise durch Eisengitter frei in den Raum eingebaut. Die Rücksicht, möglichst grofse, für jedes Thier gesonderte und direct demselben zugängliche Sommerausläufe zu gewinnen, führte von selbst auf einen halbkreisförmigen Abschlufs der Giebelfronten.

Für den Aufbau und die Durchschnittsverhältnisse ist besonders die Beleuchtung maafsgebend gewesen. Nach den schon Eingangs erörterten Grundprincipien für dieselbe kam es bei Aufstellung des Planes darauf an, den Zuschauer aus einer, wesentlich aus ästhetischen Rücksichten vorgelegten offenen Halle, welche allerdings in praktischer Weise die Eingangsthür gegen Regen, Schnee und Wind schützt, in einen schwach beleuchteten Vorraum treten zu lassen, um so von hier und aus dem nur seitlich beleuchteten Publikumsumgang Thiere und Pflanzen unter dem directen Oberlicht in erhöhter Schönheit zu zeigen. Die Anlage des Pflanzenhauses in der Mitte gewährt den Vortheil, durch diese centrale Lage allen Thieren gleichmäfsig Pflanzenluft zuführen zu können. Nicht unwichtig war hierfür die Erwägung, dafs dieser Mittelbau schon aus Gründen der äufseren Erscheinung eine bedeutendere Höhenentwickelung zuliefs, welche das anfänglich beabsichtigte Aufstellen einer grofsen Palmenflora ermöglichen könnte. Leider hat sich letzteres nicht durchführen lassen. Der starke Ammoniakgehalt der thierischen Excremente ist ein tödtliches Gift für diese schwer zu cultivirenden Pflanzen, welche aufserdem einer sehr feuchten und sehr warmen Luft bedürfen. Sie durch Verglasung der Bogenöffnungen zu isoliren, würde den eigentlichen Zweck verfehlen lassen. So wird man allmälig zu weniger empfindlichen Pflanzenarten übergehen und damit allerdings sich des Reizes begeben müssen, durch ein Palmendickicht auf eine Giraffenfamilie blicken zu können. Die gewählte Art der Beleuchtung hat sich bei diesem Hause überaus glücklich bewährt. Der sonnige Raum zeigt sich Thieren und Menschen gleich behaglich und angenehm. Sehr wesentlich hat hierzu die tiefe Lage der Oberlichter über den einzelnen Ställen beigetragen, welche Sonne und Licht direct und ohne hohe Lichtschachte zuführen.

Die Heizung geschieht durch 4 Caloriferen, welche von Boyer & Consorten in Ludwigshafen geliefert sind. Dieselben liegen unter den Räumen s, s^1, s^1, s^2 zu beiden Seiten des Haupteinganges und des Giraffenstalles. Zwei Ausströmungsöffnungen in jeder Kammer, seitlich gegen die Thierställe und nach Innen gegen den Umgang für das Publikum führen die warme Luft in ausreichender Weise dem Hause zu, so dafs eine Erwärmung bis zu 15° oder 16° Réaumur sehr leicht ist. Die anfänglich unangenehmen Luftströmungen sind durch vor die Oeffnungen gesetzte Kästen nach oben geleitet und dadurch fast gänzlich beseitigt. Die Thatsache einer etwas zu trockenen Luft ist auch hier nicht wegzuläugnen und hat durch öfteres Besprengen der Pflanzen ausgeglichen werden müssen. Um den aus Bohlen gebildeten mittleren Theil des Fufsbodens im grofsen Giraffenstall zu erwärmen, führt ein gemauerter Canal die überschüssige Wärme des Heizraums unter denselben. Dadurch, dafs diese Bohlen mit einer Sandschüttung versehen sind, wird den Thieren in einer für sie sehr behaglichen Weise der warme Wüstensand ersetzt. Sonst ist in den übrigen Ställen und auch längs der Seitenwände des Giraffenstalles der Fufsboden in Klinkerpflaster ausgeführt, um das Abtreten der Hufe zu bewirken. Der Stallfufsboden liegt etwas höher als der Fufsboden des Hauses. Für den Giraffenraum wäre ferner noch zu bemerken, dafs die seitlich desselben angeordneten Räume, im Souterrain zu Heizräumen benutzt, als Schleusen dienen, um die Thiere ohne Zugluft ins Freie gelangen lassen zu können, was durch directe Thüren nicht zu erreichen gewesen wäre. Die im Aeufseren sich aufbauende grofse Vorhalle hat den ähnlichen Zweck, dieselbe gegen plötzlich auftretende Regengüsse zu schützen.

Eine weitere Schwierigkeit bot die Ueberführung der Thiere über den Wärtergang ins Freie. Es geschieht dies in einfachster Weise dadurch, dafs die hölzerne Ausgangsthür doppelt ist. Die innere legt sich als Brücke über den tiefer liegenden Wärtergang, die zweite, äufsere, welche ebenfalls nach Innen schlägt, verschliefst die eine Seite des Uebergangs gegen den Wärterraum, die eiserne Gitterthür, das Stallgitter, die andere Seite desselben. Auf diese Weise gelangt das Thier, ohne den Wärtergang betreten zu können, ins Freie.

Die Ventilation geschieht durch an der First des Glasdaches über dem Pflanzenhause angebrachte Ventilationsklappen. Die anfänglich beabsichtigte Anordnung, den Dachboden über den Gewölben des Publikumraumes ebenfalls zu einer indirecten Ventilation dadurch zu benutzen, dafs man ihn durch Luftklappen mit der äufseren Luft in Verbindung brachte, während aus dem Pflanzenhause und den höchsten Punkten der Ställe die verdorbene Luft dahin abströmt, hat für den Winter aufgegeben werden müssen, weil die Abkühlung zu stark war. Es mufsten diese in den Durchschnitten angedeuteten Oeffnungen für diese Zeit geschlossen werden. — Die Ausführung der Dachconstruction des Glashauses ist durch Blechbinder geschehen. Eine doppelte Glasdecke, wie diese bei grofsen Pflanzenhäusern erforderlich ist, hat sich nicht als nöthig herausgestellt.

Für die Gestaltung der äufseren Architektur führte die Rücksicht auf die Heimath vieler der eingehegten Thiere zu einem Anlehnen an arabische und orientalische Architekturformen. Dafs dies nur in sehr bescheidener Weise geschehen konnte, lag einmal in der Natur des Bauwerks, welches immerhin nur den Charakter eines durchgebildeten Stalles

Digitized by Google

haben darf, dann aber auch in den geringen gebotenen Mitteln. Aus diesem Grunde und um einem solchen ganz freistehenden, dem Wetter aufserordentlich ausgesetzten Bauwerke eine möglichste Solidität zu gewähren, sind mit einer mäfsigen Anwendung einfacher Formsteine alle Gesimse, Pfeiler und sonstigen Vorlagen des Inneren und Aeufseren in gelben Birkenwerder Verblendsteinen, die Flächen in Putz hergestellt.

Die Gesammt-Baukosten beliefen sich bei 2000 □m bebauter Fläche und mit Berücksichtigung der Bauzeit im Winter 1871/72 auf rot. 60000 Thlr., so dafs der □m sich auf 30 Thlr., der □Fufs also auf 3 Thlr. stellt. Hiervon haben die Anlage der Luftheizung einschliefslich der Maurerarbeit 3500 Thlr., die Eisenconstructionen des Pflanzenhauses 3800 Thlr. beansprucht.

Ende & Böckmann.

(Fortsetzung folgt.)

Pneumatische Fundirung mit hydraulischem Hebeapparat bei dem Bau der Brücke über die Neue-Maas in Rotterdam.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 8 bis 10 im Atlas und auf Blatt A im Text.)

Während die pneumatischen Fundirungen mancher in den letzteren Jahren ausgeführten Brücken nur unwesentliche Abweichungen von einander zeigen, so verdient es bei der grofsen Bedeutung, welche diese Fundirungsart für die Ueberbrückung grofser und tiefer Flüsse gewonnen hat, um so mehr Beachtung, wenn in einzelnen Fällen glückliche Versuche zur Erleichterung dieser Bauweise gemacht werden.

Es erscheint gewifs für jede pneumatische Fundirung von besonderer Wichtigkeit, sowohl dafs die Fortschaffung des unter dem Fundamentkasten befindlichen Bodens mit möglichster Beschleunigung geschehe, weil hiervon mindestens die Betriebskosten der Luftpumpen abhängen, als auch dafs die Arbeiten in den mit comprimirter Luft erfüllten Räumen so wenig als möglich durch Menschenhand ausgeübt werden, weil die Verwendung von Menschen gegenüber der Maschinenarbeit hier vorzugsweise theuer zu stehen kommt.

Wie aber für alle bei Bauausführungen anzuwendenden Maschinen, so wird auch hier die Bedingung zu erfüllen sein, dafs die Maschinerie entweder sehr einfach und so zu sagen robust construirt, oder bei complicirter Construction wenigstens so angebracht ist, dafs eine Betriebsstockung wegen Beschädigungen durch Ungeschick der Arbeiter etc. nicht zu befürchten steht.

Haben sich in dieser Beziehung z. B. senkrechte Bagger, welche bei einfachen Brunnenfundirungen ganz besonders günstig wirken, bei pneumatischen Fundirungen bekanntlich nicht vollständig bewährt, und bieten andererseits die zuerst bei der Mississippi-Brücke zu St. Louis angewandten Sandpumpen (S. Malezieux, travaux publics des Etats-Unis), welche einen aufsteigenden und den Sand mit fortreifsenden Wasserstrahl erzeugen, ganz überraschende Resultate, so verdient auch der im Nachfolgenden zu beschreibende, bei dem Brückenbau in Rotterdam benutzte, hydraulische Apparat zur Hebung und Ausschüttung gewöhnlicher Erdkübel für solche Fälle, wo der Boden durch Arbeiter gelöst werden mufs, eine besondere Beachtung.

Es ist nicht unsere Absicht, die grofsartigen Hafen- und Eisenbahn-Anlagen der Stadt Rotterdam hier näher zu beschreiben, zumal dieselben bereits in dem Werke: „Notice sur les travaux publics en Hollande par M. Ph. Croicette-Denoyers, Paris 1874," was Zeichnungen anlangt, vollständig mitgetheilt sind; es soll vielmehr nur die Brückenanlage über die Neue-Maas im Allgemeinen und das Eigenthümliche ihrer Fundirung speciell geschildert werden.

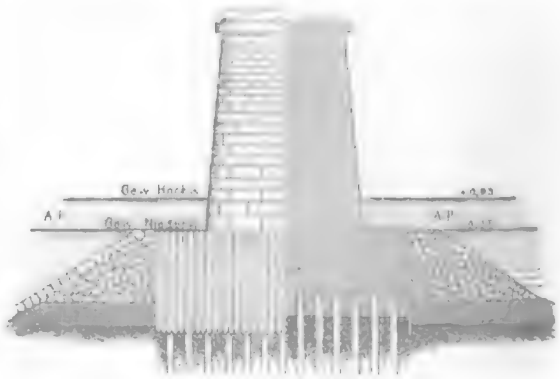
Die thatsächlichen Angaben darüber verdanken wir der Freundlichkeit des Herrn Ober-Wasserbau-Ingenieur Michaelis zu Rotterdam, welcher die dortigen Arbeiten als Ober-Ingenieur entworfen hat und auch zur Zeit noch leitet.

Die von Antwerpen über Rotterdam nach Amsterdam führende wichtige Eisenbahnlinie, in welcher sich die bedeutenden Brücken bei Moerdyk und Dortrecht befinden, hatte bis jetzt noch eine Unterbrechung bei und in Rotterdam durch die Neue-Maas und die von mehreren Grachten durchschnittene Stadt selbst. Um diese für den durchgehenden Verkehr sehr lästige Lücke auszufüllen, sowie zur Verbindung der neuen Hafenanlagen, welche auf dem der Stadt gegenüber liegenden, linken Ufer ausgeführt werden, mit den bereits bestehenden rechtsseitigen Bahnen, mufste die Neue-Maas überbrückt und quer durch die Stadt ein Viaduct von 1400m Länge angelegt werden.

Diese Ueberbrückung ist nun nach der Grundrifsskizze auf Blatt A im Text in der Weise geschehen, dafs die für das Passiren der Schiffe nothwendige Drehbrücke in den neu gegrabenen Maas-Arm, den Norder Hafen, gelegt ist, während der alte Haupt-Arm der Maas nur eine feste Brücke erhält, hinter welcher freilich fast unmittelbar wieder eine Drehbrücke über den vereinigten Wijn- und Schoepmaker-Hafen folgt.

Die Profilskizze auf Blatt A giebt in der Hauptsache die constructive Anordnung der Brückenanlagen und deren Dimensionen.

Während nun sämmtliche übrigen Pfeiler ohne besondere



Digitized by Google

Schwierigkeiten in vorstehend skizzirter Weise mittelst eines auf vorher gerammten und tief abgeschnittenen Pfählen ruhenden Betonfundaments, welches durch eine auf Sinkstücken gelagerte Steinschüttung gegen Unterspülung gesichert ist, erbaut werden konnten (vgl. Harburg-Hamburger Elbbrücken und Weichselbrücke bei Dirschau etc.) mufsten die beiden neben dem in max. 14^m unter AP tiefen Stromschlauche der Maas stehenden Pfeiler bis zur Tiefe von $-19{,}_6^m$ und $-20{,}_{47}^m$ AP auf pneumatischem Wege gesenkt werden.

Indem bei Rotterdam das gewöhnliche Niederwasser auf $0{,}_{33}^m$ unter AP fällt, das gewöhnliche Hochwasser aber auf $0{,}_{93}^m$ und die höchste Sturmfluth sogar auf $3{,}_{116}^m$ über AP steigt, so ergiebt sich, von letzterer abgesehen, die gröfste Druckhöhe zu rot. $21{,}_5^m$ für den pneumatischen Senkkasten.

Die Bodenarten bestehen dort hauptsächlich aus Sand und Thon. Es fand sich z. B. bei dem Pfeiler No. IV bis $-13{,}_0$ fetter Thon, $-14{,}_8$ Thon mit Moor, $-15{,}_8$ Thon mit Sand, $-18{,}_8$ feiner Sand, $-28{,}_8$ grober Sand, $-29{,}_8$ Sand mit Thon, $-34{,}_0$ fester Thon etc.

Das Vorkommen des Thones machte nun nicht allein die Lösung des Bodens durch Arbeiter unbedingt nothwendig, sondern es erschwerte auch das Austreten der Luft unter der Unterkante des Kastens. So mufste während des Durchsenkens einer Thonschicht zur nothwendigen Erneuerung der durch das Athmen der Menschen, Brennen von Stearinkerzen etc. verdorbenen Luft in Perioden von 5 Stunden der eine Schacht geöffnet und durch den anderen um so kräftiger Luft zugeführt werden.

In ähnlichen Fällen dürften eine Beleuchtung durch die Decke des Kastens, wie bei der Brücke zu St. Louis ausgeführt ist, oder elektrische Beleuchtung im Inneren, sodann auch besondere Ventilationsröhren grofse Vorzüge gewähren.

Die Kasten der beiden Pfeiler halten 24^m Länge, 9^m Breite und $4{,}_7^m$ Höhe im inneren Werkraume, welcher 200 □^{m} Fläche bot. Sie bestanden in der Hauptsache aus 12 bis 13^{mm} starken Blechen, welche in den Seitenwänden durch horizontale, mit Zwischenmauerung versehene Bankets und verticale Consolen, sowie in der Decke durch ein $0{,}_6^m$ hohes System von Längs- und Querträgern versteift waren. Die unteren Schneiden waren durch 4 besondere Bleche von 10^{mm} Dicke verstärkt.

Jeder Kasten hatte nahe an seinen beiden Enden je zwei $0{,}_9^m$ weite cylindrische Schachte, welche sich oben mittelst conischer Aufsätze zu $0{,}_{63}^m$ verengten und paarweise eine geräumige $2{,}_2^m$ weite und 3^m hohe Arbeitskammer für die Erdförderung trugen. Aufsen an jeder Arbeitskammer befanden sich eine Luftschleuse A zum Einsteigen der Arbeiter und zwei besondere Schleusen zum Einbringen des Betons.

Es möge nun mit Bezugnahme auf die auf Blatt 8 bis 10 im Atlas gegebenen Zeichnungen die specielle Beschreibung der zum Betriebe dienenden Vorrichtungen folgen.

Blatt 8, welches die Gesammtanordnung der Rüstungen und Maschinenanlage giebt, zeigt bei EE zwei Locomobilen, welche je bei FF zwei von kaltem Wasser umgebene Luftpumpen treiben. Von diesen Pumpen geht ein Rohr 1. 1. bis zur Mitte des Kastens und theilt sich über demselben in zwei nach jeder oberen Arbeitskammer gehende, mit einigen Gelenken versehene Röhren. Die Einmündungen derselben in die Arbeitskammer, sowie die dort befindlichen Hähne zum Aus- und Einlassen der comprimirten Luft sind aus den Zeichnungen auf Blatt 9 zu ersehen.

Aus denselben ergiebt sich auch, dafs die Arbeiter nur in der meistens üblichen Weise auf einer Leiter zum Kasten hinein und heraus gelangen konnten. Die hiervon abweichende, bei der Mississippi-Brücke zu St. Louis gewählte Anordnung, wobei für das Auf- und Niedersteigen der Arbeiter ein besonderer, oben offener Schacht mit einer Wendeltreppe angebracht war, welcher zu den erst unten befindlichen Luftschleusen führte, dürfte sich allerdings auch bei Pfeilern von geringen Abmessungen kaum nachahmen lassen.

Die zu der oberen Arbeitskammer führende Luftschleuse hat zwei horizontal drehbare Thüren, bei denen aber die Drehung nicht um eine Kante derselben erfolgt, sondern um zwei verschiedene, durch Dreharme mit einander verbundene Charniere, so dafs der ganze Umfang der Thür stets nahezu gleichmäfsig angepreifst und die Kautschukdichtung länger gut erhalten wird. In ähnlicher Weise sind auch die übrigen Klappen, welche zum Ausschleusen des gehobenen Erdmateriales und zum Einschleusen des Betons dienen, construirt.

Wie aus dem Horizontalschnitt und den zwei Verticalschnitten der Arbeitskammer auf Blatt 9 ersichtlich, liegt zwischen zwei in eine Kammer mündenden Schachten ein unter 45 Grad geneigter, zur vorläufigen Aufnahme der unten ausgegrabenen Erde dienender Cylinder B, welcher durch eine obere und untere Klappe als eine besondere Luftschleuse eingerichtet ist. Ueber der oberen Cylinderöffnung befindet sich eine Kettenscheibe von solchem Durchmesser, dafs die mit ihren Querbolzen in die Zahnschnitte der Scheibe greifende Kette genau mit ihren beiden, je einen Erdkübel tragenden Enden in den Axen der beiden Förderschachte hängt. Wird nun durch den weiter unten zu beschreibenden hydraulischen Treibapparat die Kettenscheibe bald nach rechts, bald nach links gedreht, so gelangt nach genügender Drehung jedesmal ein leerer Kübel nach unten in den Fundamentkasten, und ein voller Kübel nach oben bis über den schrägen Cylinder B. Während der untere Kübel durch die Erdarbeiter gefüllt wird, entleert sich der obere mittelst der dortigen Kippvorrichtung in den Erdcylinder. Das untere Ende der Kette greift nämlich mit einem Querstock in die Klaue eines in schräger Richtung aufgehängten Hebels 1 und gelangt dadurch in die punktirt angegebene Lage. Indem aber der Kübel unterhalb seines Schwerpunktes an einem Bügel hängt, so hat der in der oberen Arbeitskammer befindliche Mann nur eine eiserne Klinke, welche zeitweilig den Rand des senkrecht hängenden Kübels mit seinem Bügel verbindet, loszuschlagen, um sofort das Kippen des Kübels zu bewirken. Dieses Kippen wird jedoch durch die am äufseren Umfange des Kübels sitzenden Vorsprünge, die gegen den Bügel schlagen, begrenzt.

Wenngleich nun der auf diese Weise sehr rasch gefüllte schräge Cylinder B nur einen mäfsigen Fassungsraum besitzt, so bietet er den Vortheil, dafs sein Inhalt ausgeschüttet werden kann, ohne die comprimirte Luft aus der eigentlichen Arbeitskammer entweichen lassen und den Gang der übrigen Arbeiten unterbrechen zu müssen.

Diese Vorrichtung, welche aber nur im Zusammenhange mit der ganzen Erdförderung überhaupt beurtheilt werden darf, dürfte besonders mit der sehr zweckmäfsigen Einrichtung zu vergleichen sein, welche zuerst bei dem Bau der Elb-

Digitized by Google

brücke bei Stendal angewandt und auch an anderen Orten mit Vortheil wiederholt worden ist. Dieselbe besteht bekanntlich darin, dafs innerhalb des zugleich als Luftschleuse und obere Arbeitskammer dienenden Raumes ein ringförmiger Behälter zur Aufnahme von etwa 3 — 4 kb^{m} Erde angebracht ist, welcher durch Klappen im Boden der Luftschleuse, jedoch nach zuvoriger Absperrung derselben gegen den Senkkasten und nach geschehener Communication der Luftschleuse mit der äufseren Luft, entleert werden kann.

Es erübrigt nun noch, den hydraulischen Treibapparat für die Bewegung der Kettenscheibe näher zu erläutern.

In dem Maschinenhause (Blatt 8) werden durch die zwei erwähnten Locomobilen ebenfalls zwei Druckpumpen GG mit dem zunächst zum Kühlen der Luftpumpen bei F F gebrauchten Wasser gespeist. Das Druckwasser gelangt von den Pumpen in den bei H angegebenen Accumulator, dessen Verticaldurchschnitt sich auf Blatt 10 befindet.

Dieser Accumulator bietet zunächst gegen die gewöhnlichere Form die Abweichung, dafs der eigentliche Cylinder a nur kurz und als beweglicher Theil oben, in Verbindung mit dem einen Druck von 20 Atmosphären verursachenden Belastungskasten, angebracht ist, während der längere Kolben b als hohles Rohr unten befestigt ist. Von dem gesammten Hohlraume beider Körper dient selbstverständlich ein gewisser Obertheil als Windkessel und somit liegt in der gewählten Anordnung eine Ersparung an Material, indem der bewegliche Cylinder kürzer sein darf als der engere Kolben.

Eine zweite Abweichung von der gewöhnlichen Einrichtung der Accumulatoren ist dadurch bedingt, dafs hier nicht der Accumulator bei seinem höchsten Stande einfach durch eine Hebelvorrichtung die Dampfmaschine und damit auch die Druckpumpen zum langsameren Gang oder zum Stillstande bringen darf, weil hier die Dampfmaschinen zugleich auch die Luftpumpen zu treiben haben. Um in diesem Falle den Accumulator und die Druckrohrleitung vor zu grofsem Wasserdruck zu schützen, hebt der erstere nach erreichtem höchsten Stande mittelst eines an dem Belastungskasten angebrachten Ringes bei g die in das Sicherheitsventil bei k gehende Stange f etwas in die Höhe. Das auf Blatt 10 detaillirt im Durchschnitt mitgetheilte Sicherheitsventil zeigt, wie durch Hebung der Stange f und des unten daran befindlichen hohlen und mit kleinen Löchern durchbohrten Cylinders h das Druckwasser einen Abfluss in die freie Luft gewinnt, sobald jene kleinen Löcher nämlich nur etwas über die obere Kante des festsitzenden Ringes i gehoben sind.

Aus dem Accumulator gelangt nun das Druckwasser durch das Rohr 2. 2. nach jeder der beiden Arbeitskammern in den Schieberkasten u' des hydraulischen Motors. 8. Fig. 5, 6 und 7 Bl. 10. Die Befestigung desselben an der oberen Arbeitskammer geht sowohl aus den letzteren Figuren wie aus den Zeichnungen auf Bl. 8 hervor.

Es darf hier wohl daran erinnert werden, dafs die zum Heben und Senken der Erdkübel dienende Kettenscheibe bald rechts, bald links gedreht werden mufs, wobei jedoch diese Drehung durch die gröfste Hubhöhe der Kübel begrenzt wird.

Die Drehachse i der Kettenscheibe geht nun durch eine Stopfbüchse in der Wand der Arbeitskammer nach Aufsen, trägt dort das kleine Rad x', welches von dem bedeutend gröfseren Rade x getrieben wird. Auf der Welle w' des letzteren sitzen zwei kleinere, aber unter sich völlig gleiche und demselben Zwecke dienende Räder w w, welche schliefslich die Bewegung durch die auf- und niedergehenden (nur zum Theil gezeichneten) Zahnstangen v v erhalten.

Durch die Gröfsenverhältnisse der Kettenscheibe und der Räder x', x und w wird offenbar erreicht, dafs durch einmaligen Auf- und Niedergang der Zahnstangen v v die Kübel ihre gröfste Hubhöhe erlangen.

Das Auf- und Niedergehen der Zahnstangen v v erfolgt aber dadurch, dafs dieselben an der Aufsenseite des hydraulischen Cylinders t' (s. Fig. 6 bis 10) befestigt sind, welcher selbst auf seinem festsitzenden Kolben t (Fig. 9 u. 10) verschiebbar gemacht ist. Seine Verschiebung nach oben oder unten geschieht, sobald aus der übrigens hohlen, und nur in der Kolbenhöhe massiven, dabei oberhalb und unterhalb des Kolbens mit Ausströmungsöffnungen versehenen Kolbenstange s das Druckwasser entweder oberhalb oder unterhalb des Kolbens ausströmt und zugleich in umgekehrter Folge in jene Stange wieder einströmt. Zu diesem Zwecke hat aber nur der in der oberen Arbeitskammer befindliche Mann mittelst des Steuerungshändels q (s. Fig. 1 u. 2 Bl. 9) die Schieberstange r des hydraulischen Schiebers u' (s. Bl. 10) entweder nach rechts oder nach links zu bewegen, indem nämlich das rechts gezeichnete Rohr u von oben, das links gezeichnete Rohr u von unten in die Stange s einmündet, und beide Röhren u u abwechselnd je nach der Schieberstellung mit dem in die freie Luft mündenden Abflufsrohr y in Verbindung treten.

Erscheint nun vielleicht auf den ersten Blick diese hydraulische Maschinerie etwas complicirt, so darf doch nicht übersehen werden, dafs sie sich in einem völlig umschlossenen Gehäuse aufser aller Gefahr vor Beschädigungen befindet und dafs zu ihrer äufserst leichten Handhabung nur der ebenfalls das Auskippen der Kübel besorgende Mann in der oberen Arbeitskammer erforderlich ist.

Wenn also von der Arbeit des Lösens und Einfüllens der Erde in die Kübel abgesehen wird, welche bei unreinem oder sehr festem Boden wohl stets Menschenhänden überlassen bleiben muss, so ist für das Heben und Beseitigen der einmal in Kübel gefüllten Erde eine geringere Verwendung von Menschenarbeit wohl kaum denkbar.

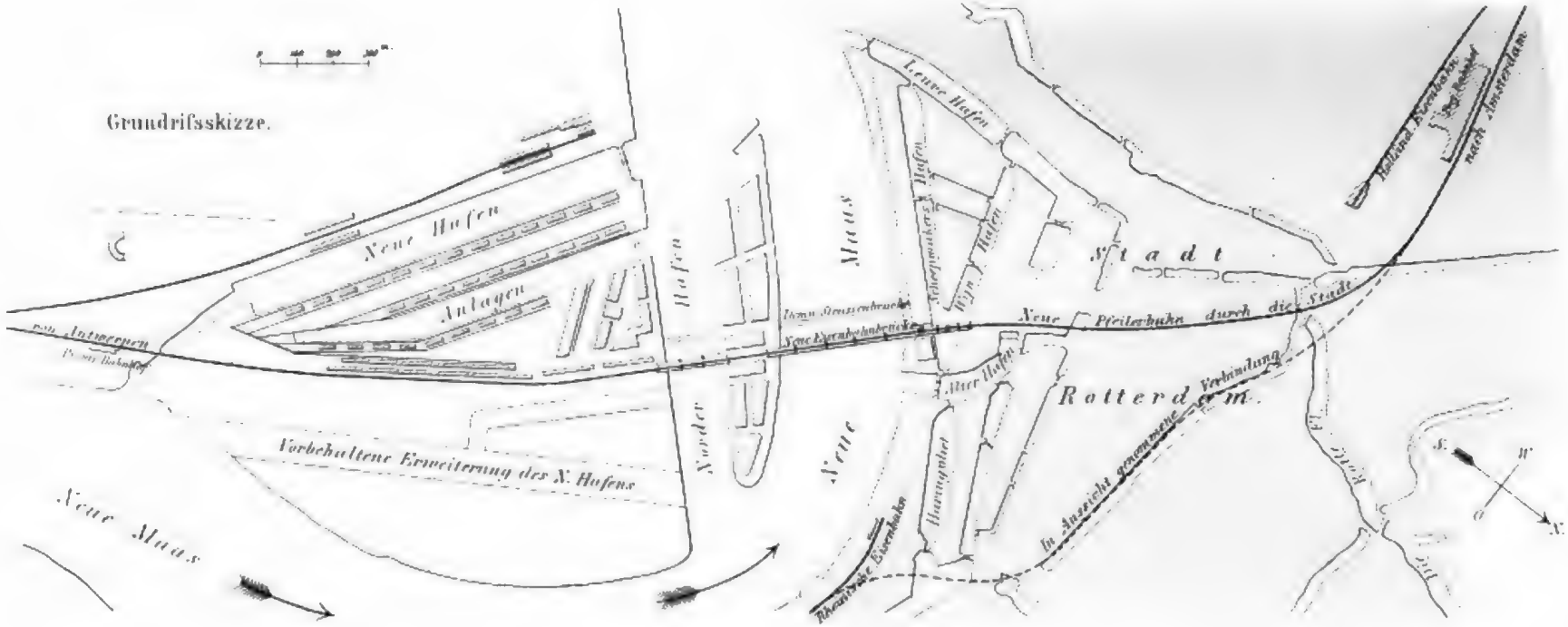
Nach geschehener Senkung des Pfeilerkastens ist derselbe mittelst der zu beiden Seiten der Arbeitskammer angebrachten Betonschleusen C C mit Beton ausgefüllt. Dieselben sind, wie das Bl. 9 angiebt, jede durch einen Lufthahn e mit der Arbeitskammer, sowie durch einen gleichen Hahn e', welcher jedoch mit dem Hahn e durch eine gemeinsame Stange verbunden ist, mit der äufseren Luft in Verbindung zu setzen und somit als selbstständige Luftschleusen eingerichtet. Zum leichtern Abgleiten des Betons ist über der unteren Grundfläche eine schräge Holzfläche angebracht.

Für den Pfeiler IV wurde im August 1870 der Senkkasten an Ort und Stelle gebracht, im Anfang September mit der Aufmauerung und am 20. September mit dem Senken unter Verwendung der comprimirten Luft begonnen. Im November wurde der tiefste Stand von $-20{,}_{47}{}^{m}$ A P erreicht und der Beton eingeschüttet. Im Anfang December war der Pfeiler bis $+4{,}_{0}{}^{m}$ A P aufgeführt.

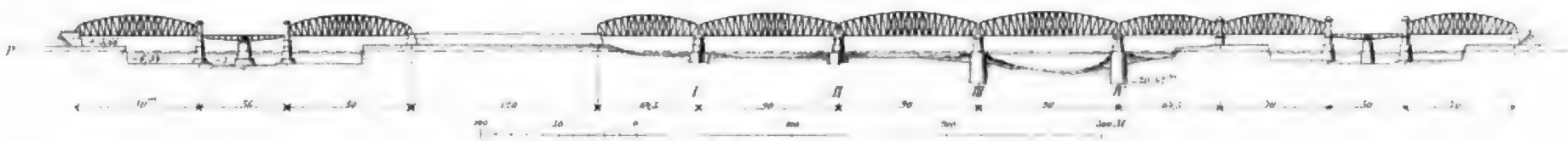
Für den Pfeiler III war der Senkkasten im Juni 1871 angebracht und wurde mit dem Aufmauern begonnen; im Juli konnte das Senken in den Boden geschehen, bis im

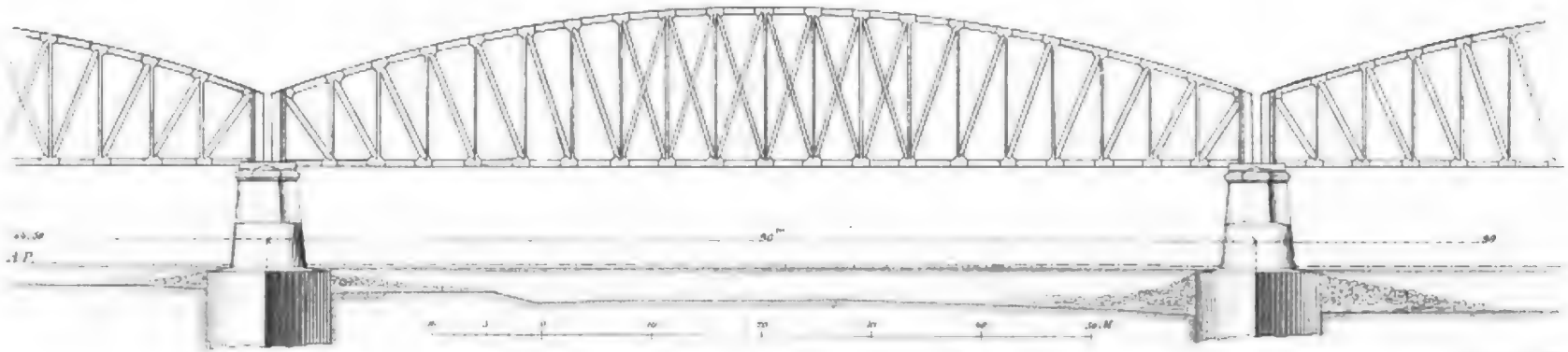
Digitized by Google

Grundrifsskizze.



Profilskizze.





August die Tiefe von $19{,}_{60}$ AP erreicht war und die Betonschüttung erfolgte. Anscheinend hat hier die gröfsere Uebung der Bedienungsmannschaft einen rascheren Betrieb als für den Pfeiler IV bewirkt, während im Ganzen auch dessen Ausführung als ein recht günstiges Resultat anzusehen ist.

L. Franzius.

Die Stoa des Königs Attalos II zu Athen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 11 bis 16 im Atlas und auf Blatt *C* im Text.)

In dem nordwestlichen Theile der Unterstadt von Athen zwischen dem Theseion und der Pyle der Agora, etwa 230 M. von jenem und 130 M. von dieser entfernt, steht eine Ruine, deren Hauptrichtung von N. nach S. läuft. Mit ihren dunkelgefärbten Quaderreihen und thurmartigen Vorsprüngen die hier belegenen niedrigen Häuser überragend, hat sie seit langer Zeit die Aufmerksamkeit der Kunstforscher und Reisenden auf sich gezogen.

In unvollkommener Weise ist sie schon auf dem ältesten Plane von Athen, dem sogenannten der Capuciner um 1670 angedeutet, wenn anders die rechts vom Theseion belegene Ruine damit gemeint ist.[1]) Auf dem von Unrichtigkeiten wimmelnden und theilweis ganz fingirten Plane des Guillet von 1672 ist dieselbe Planstelle dem Tempel des Mars (Nr. 74) zugesprochen worden, während der Autor unmittelbar darüber und zwar offenbar, um ein Excerpt des Athenaeus zu verwerthen, unter Nr. 56 eine Portique d'Attalus verzeichnet.[2])

Etwas später haben Spon wie Wheeler von der Ruine Kenntnifs genommen. Der erstere berührt sie flüchtig mit der Meldung, dafs südwestlich vom Tempel des olympischen Jupiter d. h. von dem Bauwerk, welches jetzt als Hadrian's Gymnasium gilt, „ein grofses breites altes und sehr hohes Gemäuer läge“ und tauft sie Serapeion. Der zweite giebt die werthvollere und von schärferer Beobachtung zeugende Nachricht,[3]) dafs nordostwärts vom Theseion sich „das Frontispix eines sehr alten Tempels befände, aus Steinen von tief dunkelbrauner Farbe“ errichtet. Er nennt das Gebäude Castor- und Pollux-Tempel.

In Stuart's Zeit wird bei gleicher Hervorhebung der Reste eines Giebelfeldes die Ruine als das Gymnasium des Ptolemaios bezeichnet; und zwar nachdem eine hier gefundene Inschrift des Ptolemaios an die Erwähnungen jenes Gymnasiums bei Plutarch und Pausanias wieder erinnert hatte. Stuart verdanken wir die weitere Angabe, dafs die Mauern in pseudisodomer Struktur hergestellt wären.[4]) Er war auch der Erste, der in seinem Plane der Alterthümer von Athen[5]) die Lage des Ruinenfeldes gegen Theseion, Hadriansgymnasium, Areopag und Burg mit einer anerkennenswerthen Genauigkeit zu fixiren wufste. Freilich ist der von ihm gezeichnete Umfang des damaligen Mauerringes zu grofs gerathen, doch wäre es Unrecht den Autor deshalb hart zu tadeln, da nicht vergessen werden darf, dafs jene Ruine schon damals mit türkischen Häusern dicht umbaut ja überbaut war, und alle Reisenden bis zum Freiheitskriege hin über die Schwierigkeit, an diesem Platze Forschungen anzustellen, klagen.

Der Plan bei Chandler,[6]) im Wesentlichen Stuart's Angaben nach Lage und Gröfse der Ruinenstätte wiederholend, giebt ebenfalls ein kolossales Oblong mit zwei Risaliten nach Westen. Der Herausgeber sieht darin die Reste des Ptolemaion. Pomardi's[7]) Plan von 1802 erscheint bezüglich des Umfanges vorsichtiger bemessen, liefert aber sonst nichts Neues.

Einen gröfseren Werth besitzen die beiden Veduten des nördlichen und Haupttheils vom Ruinenfelde, welche dem trefflichen Dodwell verdankt werden. Die erste kleinere von Pomardi correkt gezeichnete Abbildung[8]) liefert den Thatbestand der Ruine um 1802 in einer von Südwest gesehenen Perspektive. Deutlich erkennbar sind darin zwei vorspringende Thürme und ein bis über die Mittelaxe hinaus erhaltener Giebel auf der Nordquerwand. Der ganz vorn stehende Thurm zeigt über seinem aus hohen Platten construirten und durch eine Thür von Süden her zugänglichen Unterbau, einen fünfmaligen Schichtenwechsel ähnlich wie am Hochpostament des Agrippa vor den Propyläen. Das Ganze ist von ärmlichen Häusern und Hütten umdrängt, in der Mitte erhebt sich eine vollkronige Palme, die bis über die Freiheitskriege hinaus ein besonderer Schmuck dieser Gegend gewesen ist, da sie auf vielen Abbildungen wiederkehrt. Auf der zweiten, gröfseren und besonders werthvollen lithographischen Darstellung[9]) ist der Standpunkt der entgegengesetzte. Die Ruine ist von Nordost gezeichnet und zeigt die bereits stattgefundene Verminderung der Nordmauer, indem der Giebel nur noch zum kleinen Theile von der Nordostecke anfangend erhalten ist. Auch Dodwell fafste den Bau als Ptolemaion und theilte eine hier gefundene Inschrift mit, welche sich auf den Dioskuren-Tempel bezieht.

Spätere Angaben, u. A. bei Wilkin's,[10]) geben keine Ausbeute. In der Regel begnügt man sich Stuart's Situation und Lokalbezeichnung zu adoptiren.

Erst der kritische Leake[11]) erhob Einspruch gegen die auffallend grofsen Dimensionen bei Stuart und glaubte wegen der verschiedenen Struktur am Nord- und Südende die langgestreckte Ruine in zwei Theile zerlegen zu müssen, von denen er die der Kirche Fanaroméni (richtiger H. Pyrgiotissa)[12]) unmittelbar sich anschliefsende Mauer der Stoa Poikile zusprach und den nördlichen Theil als einen Rest des

1) Laborde, Athènes aux XV. XVI et XVII siècles. I, 78.
2) Laborde l. c. 228.
3) Wheeler, A journey in Greece ed. 1682. 387.
4) Stuart und Revett, Deutsche Ausg. II, 189; 324; 335. Anm. 2 ff.; und 486. Anm 1.
5) Stuart, K. Lfg. XXVIII. Pl. 9.
6) Chandler, Travels in Greece. 25.
7) Pomardi, Viaggio I, 106.
8) Dodwell, A tour etc. I, 371.
9) Dodwell, Views of the Cyclopian remains of Greece and Italy. Lond. 1834. Pl. 71.
10) Wilkins, Atheniensia 167.
11) Leake, Topogr. v. Athen. Deutsche Ausg. 198.
12) Aug. Mommsen, Athenae christ. 98.

Digitized by Google

Ptolemaios Gymnasium bestimmte. Leider ist in späterer Zeit der durch Leake angedeutete Weg einer bautechnischen Untersuchung, zunächst der über der Erde stehenden Baureste, nicht weiter betreten worden, obschon die Wichtigkeit des Denkmals besonders nach seiner örtlichen Lage mehr und mehr hervortrat. So erwähnte Pittakis[13]) außer den schon früher gefundenen und verwertheten Inschriften (auf das Ptolemaion und den Dioskuren-Tempel bezüglich) einer jüngeren Bauinschrift im Mauerwerk der Panagia Pyrgiotissa und berichtete die Thatsache, dafs er daselbst Säulentrommeln von 2½ Fufs Durchmesser gesehen habe.

Von neuem in den Vordergrund trat das Ruinenfeld erst durch die von verschiedenen Seiten her unternommenen theils summarischen, theils speciellen Untersuchungen über die Topographie Athens, an denen sich Forchhammer, Raoul-Rochette, Göttling, Pervanoglu, später Curtius und Kurt Wachsmuth mehr oder weniger erfolgreich betheiligt haben.

Raoul-Rochette[14]) und Göttling[15]) glaubten in den Bauresten bei der Pyrgiotissa ein Stück der Stoa Poikile zu erkennen, ohne damit allgemeinere Billigung zu finden. Von anderer Seite wurde dagegen hervorgehoben, dafs die lange Ruine wegen ihrer sichtbaren Thürme offenbar zu einer Befestigungsanlage gehört haben müsse, und es wurde nun das Alter dieser Fortification, welche so stattliche Reste aus klassischer Zeit zwar verschlungen aber auch gerettet habe, zu bestimmen gesucht. Einige Forscher waren geneigt, diese Befestigung der Regierungszeit des Kaisers Valerianus zuzuschreiben (III. Jahrhundert), andere stimmten für die Epoche des Justinianus (VI. Jahrh.), dritte sahen darin eine Bauanlage der fränkischen Herrschaft (XIII. oder XIV. Jahrhundert).

Mitten in den sich drängenden Controversen begann die archäologische Gesellschaft zu Athen mit Eifer und betrieb mit zäher Ausdauer ihre grade an dieser dicht bebauten Stelle wegen der vielen Entschädigungs-Ansprüche doppelt schwierigen Ausgrabungen. Der Erfolg belohnte alle ihre Anstrengungen und Opfer. Die in den Jahren 1860, 61 und 62 erzielten Resultate wurden in rascher Folge in drei Programmen der gelehrten Welt zugänglich gemacht.[16]) Es stellte sich dabei die doppelte Thatsache heraus, dafs 1) die beiden von Leake verschiedenen Bauwerken zugeschriebenen Ruinenmassen zu einem Gebäude gehört haben, und 2) wegen der grofsentheils wiedergefundenen Dedikations-Inschrift am Epistyl nicht Ptolemaios, auch nicht Attalos I, sondern sein jüngerer Sohn Attalos II von Pergamon der volksfreundliche Stifter der Stoa, denn das war die Ruine, gewesen ist. Außerdem förderten die Ausgrabungen mancherlei Skulpturreste (darunter den schönen von Brunn besprochenen Kopf des Juba[17]), Statuenbasen, sehr zahlreiche Ephoben-Inschriften und Architekturfragmente zu Tage, welche theils an Ort und Stelle belassen, theils den Sammlungen der archäologischen Gesellschaft einverleibt wurden.

Weitaus das Wichtigste war und blieb bei dieser Entdeckung, dafs der Denkmälerkreis Athens um ein neues und imposantes Werk bereichert wurde, welches zwar Pausanias in seiner Periegese mit Stillschweigen übergangen aber Athenaeus[18]) als eine am Kerameikos belegene Bauanlage erwähnt hat. Denn dadurch wurde ein fester Grenzpunkt an der Nordostecke der Agora gewonnen, den man lange hatte entbehren müssen. Kaum war daher durch den Eifer griechischer wie deutscher Gelehrten Pervanoglu,[19]) Wachsmuth,[20]) Köhler[21]), sowie durch die obengenannten Programme die neue Entdeckung bekannter geworden, so begann auch die Verwerthung der Fundresultate, sowohl nach epigraphischer wie topographischer Seite. Das Letztere thaten besonders Wachsmuth,[22]) Curtius[23]) u. A., zuletzt in zusammenfassendster Weise Wachsmuth in seinem so eben erschienenen Werke: Athen im Alterthume an verschiedenen Stellen. Selbstverständlich ist trotz so ernster und gewissenhafter Untersuchungen ein endgültiges Resultat über die Stellung der Bauwerke und Denkmäler an der Agora nicht erzielt worden. Dasselbe kann überhaupt in abschliefsender Weise erst gewonnen werden, wenn die Attalos-Stoa zur Basis von neuen und umfassenden Ausgrabungen in südlicher wie westlicher Richtung gewählt wird. Immerhin bleibt es erfreulich, dafs durch die Entdeckung jenes Bauwerkes alles schwankende Suchen aufgehört und der nothwendige Ausgangspunkt gegeben ist, welcher weitere und sichere Fundresultate verbürgt.

Aber die nicht minder wichtige Ausbeutung des werthvollen Fundes in architektonischem und baugeschichtlichem Sinne blieb aus. Sie konnte auch nur an Ort und Stelle geschehen, da die publicirten Abbildungen sich auf die Darstellungen eines Situationsplanes, eines Grundrisses (beides in sehr kleinem Maafsstabe) und der Inschriftbruchstücke in den obengenannten Programmen der archäologischen Gesellschaft zu Athen beschränkten.

Ein mehrwöchentlicher Aufenthalt in Athen im Frühjahre 1870 gab mir die erste erwünschte Gelegenheit, dem interessanten Baudenkmale durch Autopsie näher zu treten. Hier erkannte ich erst die Schwierigkeiten einer genauen Aufnahme. Ich sah sie weniger in dem fast unabsehbaren Chaos mehr oder minder beschädigter Architekturfragmente, — ihre nothwendige Inventarisirung ist ja nur zeitraubend — als in der Unvollständigkeit der Ausgrabung bei sehr vorgeschrittenem Zerstörungszustande des Bauwerks. Wegen der dichten Bebauung des theilweis tief verschütteten Terrains hatte die archäologische Gesellschaft mit richtiger Haushaltung ihrer Mittel sich begnügen müssen, nur die Nord- und Südecke der Stoa auf längere Distanzen hin bis zum Fufsboden und Vorterrain frei zu legen, und dabei alle Architekturbruchstücke theils zur Seite rücken, theils in den Hinterzellen der Stoa meterhoch zusammenpacken zu lassen. Ein erhebliches Mittelstück der Ruine hatte man gar nicht antasten können, weil eine elende aber mit Häusern und Höfen

13) Pittakis, Anc. Athènes. 67.
14) Raoul-Rochette sur l. topogr. d'Athènes im Journ. d. sav. 1852. 53.
15) Göttling, Gesammelte Schrift. II, 133.
16) *Γενικὴ συνέλευσις τῆς ἀρχαιολ. ἑταιρ.* etc. 1860. 8 ff. 1861. 14 ff. 1862. 7 ff.
17) Annali d. inst. 1861. 421 ff.
18) Athenaeus, V. S. 212 f.
19) Archaol. Anz. 1861. 170 u. 1863. 91; auch im Bull. d. Inst. 1862, 120.
20) Gerhard, Denkm. u. Forsch. 1863. 101.
21) Arch. Anz. 1864. 298.
22) Rhein. Mus. 23, 470 f. und bei Gerhard l. c. 101.
23) Attische Studien. Heft II. und im Texte zu den 7 Karten zur Topogr. Athens.

Digitized by Google

besetzte Winkelgasse des mittelalterlichen Athen in Form einer 5—6 M. hohen Dammanschüttung das Ausgrabungsterrain durchschnitt und in keiner Weise zu beseitigen war.

Nur durch die Unterstützung, welche mir Herr Professor Kumanudes durch mehrfache persönliche Orientirung auf den Ausgrabungsplätzen gewährte, sowie durch seine mit gröfster Liberalität ertheilten Nachweisungen über die erfolgten Funde und ihren Verbleib, gelang es mir, eine feste Basis zur Inangriffnahme einer bautechnischen Untersuchung zu machen. Ich erfülle eine werthe Pflicht, wenn ich dem für seine heimathlichen Denkmäler so begeisterten und fürsorglich wirksamen Manne an dieser Stelle meinen herzlichen Dank ausspreche.

Obschon ich ferner bereits damals zwei zur weiteren Anspornung dienende Thatsachen erkannte, 1) dafs die Stoa ein zweigeschossiger Bau gewesen sein müsse und 2) dafs die beiden wichtigsten Punkte für die Ermittelung der Höhendimensionen glücklicherweise noch erhalten seien, war es mir, der noch andere Aufträge in Constantinopel zu erledigen hatte, nicht mehr möglich, über eine generelle Messung und Verzeichnung der wichtigsten Baudetails hinauszukommen. Der Abschlufs meiner Arbeiten mufste wohl oder übel vertagt werden.

Ein und ein halbes Jahr später, im Herbste 1871, weckte die mit Curtius, Regely, Stark u. A. unternommene kleinasiatische Reise das Interesse für die Attalos-Stoa aufs Neue, zumal seitdem ein mehrtägiger Aufenthalt in Humann's gastlichem Hause zu Pergamon echte attalische Baukunst gezeigt und zu weiteren Vergleichen mit den baulichen Schöpfungen dieses Dynastenhauses in Athen angeregt hatte. Doch mufste ich mir den Wunsch, behufs des Abschlusses meiner Arbeiten mit den befreundeten Reisegefährten von Smyrna nach Athen überzuschiffen, versagen, da kaiserliche Aufträge mich nach Jerusalem dirigirten und erst im Anfange des Jahres 1872 die Heimkehr gestatteten.

Bald darauf hatten andere Forscher dem interessanten Werke ihre Aufmerksamkeit geschenkt, wie dies die mit 3 Tafeln ausgestattete akademische Abhandlung von Ussing[24]) bewies. Die Arbeit hat das Verdienst mittels einiger architektonischen Skizzen, die sich auf den Grundrifs und den unteren Theil der Stoa nach ihrem System, Querschnitt und Detail beziehen, zu den Programmen der archäologischen Gesellschaft eine kleine Ergänzung geliefert zu haben, aber sie entbehrt ebensosehr der Genauigkeit in der Messung wie der Schärfe in der Beobachtung. Abgesehen von einzelnen noch später zu berührenden Irrthümern genügt es, die Thatsache hervorzuheben, dafs Ussing grade das wichtigste und eigenartigste in der architektonischen Gestaltung der Stoa, — die zweigeschossige Anlage übersehen hat, ungeachtet die nach Hunderten zählenden Bruchstücke des ionischen Obergeschosses, nämlich Basen, Schäfte, Capitelle, Gebälkstücke, Brüstungsplatten und Stirnziegel, sowohl im Süd- wie Nordtheile der Ausgrabung ausgebreitet umherliegen und die bequemste Besichtigung gestatten. Andere sind verschleppt und dienen, vielleicht seit Jahrhunderten, — auf der Gasse vor der Stoa als Sitz- wie Waschplätze.

Kurz, auch nach dem Erscheinen jener Schrift, glaubte ich mich der Pflicht nicht entschlagen zu dürfen, die einmal begonnenen Messungen bei ehester Gelegenheit wieder aufzunehmen und zum Abschlufs zu bringen. Diese Gelegenheit fand sich früher, als ich erwartet hatte.

Im Frühjahre dieses Jahres betrat ich als technischer Begleiter von Curtius auf der vom Reichskanzleramte befohlenen Mission wegen der Ausgrabungen zu Olympia zum zweiten Male Athen, und nahm, besser ausgerüstet, als das erste Mal, die alten Studien an der Attalos-Stoa wieder auf. Da der Abschlufs des Vertrages mit der griechischen Regierung sich länger verzögerte, als erwartet worden war, gelang es auch, nach Revision und Vervollständigung der ersten Messungsmanuale, die bauanalytische Untersuchung und Reconstruktion, soweit dies ohne neue und allerdings sehr wünschenswerthe Ausgrabungen möglich war, zu einem gewissen Abschlusse zu bringen. Nach der Rückkehr aus Griechenland habe ich im Laufe des Sommers meine Aufnahmen und Restaurationsversuche zusammengestellt und lege dieselben auf sieben Blättern nebst einigen Holzschnitten hiermit den Fachgenossen und Freunden des klassischen Alterthums zur näheren Kenntnifsnahme vor.

Bekanntlich besteht die letzte und engste Befestigung Athen's aus einer thurmbewehrten Mauer, welche von der Nordwestecke der Akropolis in nördlicher Richtung bis zu der Nordquerwand der Attalos-Stoa läuft, dann in einem spitzen Winkel nach Osten abbiegt, bis zur Kirche H. Demetrios Katiphóri, und von dort nach einer abermaligen fast rechtwinkligen Umbiegung den Anschlufs an der Ostseite des Burgfelsens wieder erreicht. Bei der Anlage der Nordhälfte dieses westlichen Mauerzuges hat man die sicher schon in Trümmer gesunkene Attalos-Stoa derartig benutzt, dafs man die lange Gemächerflucht an ihrer Rückseite nach Ausfüllung mit Schutt und Baustücken zu einem gezinnten Wehrgange einrichtete. Zur Erhöhung der Wehrhaftigkeit an der Feldseite wurde sodann das westlich belegene Terrain von allen Trümmern befreit und das brauchbare, sowohl von gegenüberbelegenen Denkmälern wie von der Stoa selbst stammende Material zur Erbauung von drei oder vier vorspringenden Oblongthürmen verwendet. Die frühere und theilweis noch jetzt erhaltene Anordnung zeigt der Grundriss Blatt 12, Fig. 2 in den Buchstaben *E* und *F*; bei *D* lag die 1861 abgebrochene Kirche H. Pyrgiotissa, die nach der Befestigung ihren Namen trug. Die Herstellung eines trockenen Grabens, zu dessen Revêtement die Fundamentmauer der vordersten Säulenreihe sich vortrefflich geeignet hätte, scheint hiermit nicht verbunden gewesen zu sein, da dafs Fufsbodenplanum trotz der Herausnahme vieler Quaderplatten nicht wesentlich geändert ist, auch die drei Stufen, auf denen die Stoa stand, am Nord- wie am Südende noch im alten Lager ruhen. Diese Vernachlässigung des Grabens, ferner die nothdürftige Verrammelung der 21 Thüren, welche zu den Hintergemächern führten, das Fehlen des Mörtels in der Structur und andere Indicien, behindern mich, die Bauzeit der Ringmauer mit Curtius in die Justinian'sche Epoche zu stellen. Es ist sicherlich die fränkische Herrschaft gewesen, welche Dank der reichen Erbschaft aus antiker Zeit und durch viele Friedensjahre unterstützt, den Versuch gemacht hat, einem innerlich sehr unsoliden und schwachen Gefüge nach aufsen hin mittels hoher Platten und langer Binderblöcke das Ansehen einer monumentalen Structur zu geben. Dafs diese Umwehrung aber trotz ihrer Schwäche

24) Ussing, Kong Attalos' Stoa i Athen. Kopenhagen 1873.

Digitized by Google

lange geschont worden ist, darf aus der Fülle des besten und stets begehrten Baumaterials (lange Marmorepistylien und hohe und breite Marmorplatten), welches hier eng zusammengedrängt Jahrhunderte lang conservirt worden ist, geschlossen werden. Ja, wenn die alten Stadtpläne (der der Capuciner und der Guillet'sche) zuverlässiger wären, als sie es leider sind, so könnte man aus ihnen erweisen, dafs das Terrain dicht westlich vor der Stoa bis in die zweite Hälfte des XVII. Jahrhunderts, offenbar nur der Vertheidigungsfähigkeit halber, unbebaut geblieben ist. Nach athenischen Chroniken[25]) ist die Unterstadt im Jahre 1688 von den Türken in Brand gesteckt worden. Noch verwüstender waren die Angriffe plündernder Räuberbanden wegen der Brandstiftungen, die sie zu üben pflegten. Damals — zwischen 1688 und 1691 — wurde das Gymnasium des Ptolemaios vom Rauche geschwärzt und stürzte theilweis zusammen.[26])

Im XVIII. Jahrhundert waren aber beide Seiten der alten Befestigung mit türkischen Häusern und Hütten besetzt, die Thürme von Familien bewohnt, ja auf der Ringmauer selbst jeder brauchbare Terrainfleck zu Behausungen verwerthet. So sahen die englischen Reisenden diesen Stadttheil und erkannten, wie oben gesagt, deutlich die Fragmente eines antiken Gebäudes sowohl am Süd- wie Nordende. Das Wichtigste in allen jenen Angaben ist die Thatsache, dafs damals längs der kurzen Nordseite ein stattlicher Giebel, der alle Kennzeichen antiker Baukunst trägt, vorhanden war. An der Richtigkeit der von Dodwell publicirten Zeichnungen ist um so weniger zu zweifeln, als auch schon Wheeler diesen Giebel erwähnt und Stuart ihn mehrfach hervorgehoben hatte. Derselbe mufs im Laufe dieses Jahrhunderts, vermuthlich in den zwanziger Jahren, sei es durch Einsturz, sei es durch Abbruch verschwunden sein. Glücklicherweise hat sich die Nordostecke mit ihrem Geison, auf dem jener Giebel einst aufgestellt war, erhalten. Damit ist der Cardinalpunkt für die restaurative Wiedergewinnung aller Höhendimensionen gerettet worden.

Jetzt zerfällt das Terrain, auf welchem die Stoa des Attalos sich einst erhob, in zwei ungleiche Hälften, welche durch die oben genannte Gasse des mittelalterlichen Athen in Folge der hohen Bodenanschüttung dammartig getrennt werden. Wie die nördliche gröfsere Hälfte nach ihrer Erforschung und Durchwühlung heut aussieht, zeigt Blatt 11, welches nach einer vortrefflichen Photographie, die ich der Güte meines Freundes, des Baron des Granges verdanke, lithographirt worden ist. Links steht der Unterbau eines der fränkischen, aus Platten und Bindersteinen erbauten Thürme; darüber folgt ein ärmliches Haus, dessen Hinterwand auf den abgestuften Quaderreihen einer zur Stoa gehörigen Futtermauer ruht. Daneben erhebt sich die Nordostecke der Hintermauer mit den wenigen Geisonblöcken, die ihr geblieben. Vom Mittelgrunde an bis vorn rechts sieht man die aus hochkantigen Marmorblöcken hergestellte Mittelmauer der Stoa, mit einem theilweis conservirten Thürgerüst. Der tiefe Graben vorn rechts ist nur in Folge der Ausgrabung entstanden. Man hat hier viele der Epistylien, Säulentrommeln etc. gefunden und einige herausgehoben, andere aber und nicht wenige stecken noch in der Erde. Dieses aufgedeckte Terrain zieht sich nach Süden bis über die Hälfte hinaus, bis zu dem dreizehnten von den 21 Hintergemächern der Stoa. Alle Säulenreihen fehlen, selbst die Standspuren der Säulen sind jetzt verwischt, doch hat Papadakis im Programme von 1861 noch vier damals erkennbare Basenspuren in der hinteren (dritten) Stützenreihe verzeichnet. Auch sind die Stufen an der Nordwestecke theilweis noch am Platze, so dafs eine directe Breitenmessung hier möglich ist.

Die andere Grabungsstelle an der Südseite umfafst einen sehr viel kleineren Raum, indem nur $2^1/_2$ der erwähnten Hintergemächer mit ihrem entsprechenden Vorplatze frei gelegt sind. Zum Glück ist — recht wie zur Ergänzung der Nordseite — ein grofser Theil der Südmauer mit zwei Thüren einschliefslich der vollständigen Eckante stehend vorgefunden worden. Ferner ist die Standspur der ersten Säule in der Vorderreihe, sowie eine attische Säulenbasis in der dritten Hinterreihe noch erhalten. Ebenso befinden sich die drei Krepisstufen grofsentheils noch *in situ* nebst der flachen Marmorrinne, welche zur Abführung des Regenwassers diente. Die Mittelmauer steht hier in der zweiten und dritten Zelle bis fast zur Geisonhöhe und die Lagerspuren für ein Holzgebälk sind darin mefsbar erhalten.

Der zwischen beiden Grabungsplätzen belegene Stoëntheil ist nur zum kleinsten Theile und zwar an der Mittelmauer aufgedeckt worden. Wohl erkennbare Spuren lassen aber eine bessere Erhaltung voraussetzen, als die des Nordtheils, so dass bei späterer Blofslegung höchst wahrscheinlich sieben umschlossene Gemächer so zu Tage kommen werden, wie jetzt zwei sichtbar sind.

Dies ist eine kurze Angabe dessen, was jetzt noch sichtbar über der Erde steht. Dazu kommen die bis zur Planumhöhe erhaltenen aus mittelgrofsen Quadern trefflich construirten Fundamentmauern, welche als Unterbau- wie als Futtermauern in antiker Zeit auf gewisse Längen hin sichtbar gewesen und erst später verschüttet worden sind.

Es ist daher trotz der sehr verschiedenen Niveauverhältnisse ohne besondere Schwierigkeiten möglich, die Hauptdimensionen des Gebäudes einschliefslich der hinteren Gemächereintheilung durch directe Messung zu gewinnen. Ebenso leicht ist es, durch richtige Verwendung der an mehren Exemplaren mefsbaren Epistyllängen die Längsdimension zu controlliren, und die Frage wegen der Zahl und Stellung aller Stützen zu einer sicheren Entscheidung zu bringen.

Es sind zwei Gebälksorten gefunden worden (beide wie die zahlreich vorhandenen Säulentrommeln und Schäfte aus pentelischem Marmor[27]), eine gröfsere in dorischem, eine kleinere in ionischem Schema. Das im Maafsstabe gröfsere Gebälk (vergl. Blatt 15, Fig. 1), zählt drei getrennte Blocklagen: Epistyl, Triglyphon und Geison; das kleinere (vergl. Blatt 16, Fig. 1) zwei, aufser dem Mutulen-Geison nur noch eine Blocklage, weil Epistyl und Fries aus einem Blocke

25) Hopf in der Allg. Encycl. I. 85, 11. und Wachsmuth l. c. I, 17. Anm. 3.

26) Wachsmuth l. c. 18.

27) Irrthümlicher Weise hat Pervanoglu, Arch. Anz. 1863, 92, das Material der gefundenen Säulen als Porosstein bezeichnet und Wachsmuth, l. c. 156, dies festgehalten. Allerdings sind auch hier dorische Porossäulentrommeln gefunden worden, die meisten stecken noch im Thurme bei *E*, aber sie haben nicht zur Attalos-Stoa, sondern zu einem benachbarten Gebäude gehört. Was davon mefsbar war, habe ich verzeichnet und werde es in der Archäol. Zeit. Band VII, Lfg. 4 publiciren.

Digitized by Google

geschnitten sind. Da die Länge beider Epistylien $2{,}_{43}$ m, die des korinthisirenden Geison aber $1{,}_{215}$ m, — genau die Hälfte — beträgt, so müssen alle Stücke zu derselben Front gehört haben, an welcher die dorische Version unten, die ionische oben aufgestellt war. Gleichzeitig normirt die Länge beider Epistylien die Axenweite beider Stützenreihen auf $2{,}_{43}$ m und daraus läfst sich unter Zugrundelegung der gemessenen Totallänge die Zahl der Frontsäulen ermitteln, wenn man die Dimensionen der Eckabschlüsse gewinnen kann. Das ist aber möglich auf der Südseite, da die Ante noch steht und die Standspur der ersten Säule sichtbar ist; die Kopfbreite der Ante beträgt $0{,}_{69}$ m; die Entfernung derselben von der Säulenaxe $1{,}_{97}$, beides $= 2{,}_{66}$. Verdoppelt man diese Summe in der Voraussetzung, dafs die Nordseite identisch abgeschlossen war, zieht das Produkt von der gemessenen Totallänge ab und dividirt den Rest durch $2{,}_{43}$, so ergiebt sich sowohl die Zahl der Zwischenweiten als die der Frontsäulen. Die Totallänge, mehrfach mit starken Mefsbändern gemessen, schwankte zwischen $112{,}_{64}$ und $112{,}_{76}$ m. Die Einführung des Mittelmaafses ergiebt daher die Aufstellung:

$$\frac{112{,}_{70} - 2\,(0{,}_{69} + 1{,}_{97})}{2{,}_{43}} = \text{rot. } 44^{6}/_{7}$$

d. h. 44 [28]) Intercolumnien und einschliefslich der beiden Eckzwischenweiten 46. Folglich haben unten zwischen den beiden Anten 45 dorische Säulen gestanden.

Für die Restauration ist dieses Resultat von einschneidender Wichtigkeit. Da die ungrade Säulenzahl jeden Gedanken an eine besondere Axenentwicklung in der Mitte (etwa eine Giebelgestaltung mittelst eines Risalits von 6 oder 8 Säulen) vollständig ausschliefst, so darf mit Sicherheit ein zweigeschossiger Stoenbau mit Giebelabschlüssen auf den kurzen Seiten restaurirt werden.

Von den unteren Stützen sind zwei Gattungen gleichen Maafsstabes gefunden worden. Zunächst eine ionische, durch eine in der Nähe der Südwand liegende spätionische Basis mit der untersten glatten Säulentrommel darüber (vergl. Blatt 15, Fig. 1), nicht nur vertreten, sondern auch axial gesichert. In derselben Flucht hat Papadakis in den athenischen Programmen (1860 und 1861) noch die Standspuren von 4 anderen verzeichnet, 1 im Südtheile der Ausgrabung, 1 in der Mitte und 2 im Nordtheile. Dadurch ist die Existenz einer hinteren ionischen Colonnade verbürgt. Von der zweiten dorischen Gattung sind wieder zwei Säulenarten ans Licht getreten, beide identisch im Maafsstabe, und mit gleich später Detailbildung, d. h. mit ionischen Furchen. Der Unterschied liegt nur in der verschiedenen Höhe, in welcher die Furchen an der untersten Säulentrommel beginnen; entweder findet sich $0{,}_{20}$, oder $0{,}_{20}$ m. Eine Art, wahrscheinlich die letztere, mufs in der Front, die andere in der zweiten Reihe (unmittelbar dahinter) gestanden haben. Denn dafs eine zweite Reihe sicher vorhanden war, obschon die Standspuren der Säulen durch Zerstörung der Beplattung verschwunden sind, lehrt die Distanz zwischen der hinteren ionischen und vorderen dorischen Säulenstellung. Dieselbe beträgt 6 m im Lichten gemessen, ist also viel zu grofs, um selbst bei einer maximal gedachten Steinbalkenhöhe von $0{,}_{50} - 0{,}_{60}$ m die nöthige Sicherheit gegen Durchbrechen bei der plötzlichen Belastung des Obergeschosses durch Menschenmassen zu bieten. Diese mittlere Stützenreihe mufste immer ergänzt werden, auch wenn kein technischer oder kunstformaler Anhalt gegeben wäre; er ist indessen durch die beiden dorischen Trommelvarietäten gesichert.

Derselbe Erfahrungssatz zwingt auch zu der Annahme, dafs die ionische Säulenstellung nach denselben Axenabständen wie die vorderen Colonnaden eingetheilt gewesen sein mufs, ungeachtet der Zufall es gefügt hat, dafs sowohl am Südende wie am Nordende die je zweite und je vierte Standspur conservirt worden ist und dadurch die Annahme einer lichteren Stützenstellung mit doppelten Axenentfernungen sich zu empfehlen scheint. Die Uebereinstimmung der je zweiten Axentheilungen der dorischen Vorder- und der ionischen Hinterhalle ist unverkennbar und läfst sich leicht erweisen. Der Mittelpunktsabstand der *in situ* befindlichen zweiten ionischen Säule von der Südmauer beträgt nach genauer (durch Diagonalmaafse gesicherten) Messung $4{,}_{43}$ m. Die Entfernung der zweiten dorischen Säule von derselben Südmauer setzt sich zusammen aus dem schwachen Antenvorsprunge $(0{,}_{027})$, der mefsbaren Axenweite der ersten Säule $(1{,}_{97})$ und der Epistyllänge bis zur zweiten $(2{,}_{43}) = 4{,}_{427}$ m. Ferner hat Papadakis im Programme von 1861 eine Säule verzeichnet, welche gemessen bei $9{,}_{20}$ m stand; es mufs die vierte Säule gewesen sein, denn $4{,}_{43} + 2 \cdot 2{,}_{43}$ (2 Epistyllängen) $= 9{,}_{29}$ m. Eine andere in der Mitte gefundene Säule messe ich im Programm bei 53 m. Davon $4{,}_{43}$ subtrahirt und durch $2{,}_{43}$ dividirt, ergiebt $48{,}_{57} : 2{,}_{43} =$ rot. 20, es mufs also die 22. Säule gewesen sein u. s. f. Ist damit die Uebereinstimmung wiederkehrender Axenmaafse erwiesen, so mufs doch die Annahme einer doppelaxigen ionischen Säulenreihe abgelehnt werden. Ionische Epistylien von $4{,}_{86}$ m Länge und ca. $0{,}_{80}$ m Höhe vermögen zwar ihre eigene Last und die der anschliefsenden Decke zu tragen, müfsten aber unfehlbar brechen, wenn man in ihrer Mitte im gefährlichsten Punkte eine Mittelstütze errichten wollte, die ihr eigenes Gewicht, das des Gebälks und der Deckenglieder an dieser Stelle concentriren würde. Nähme man aber auch im oberen Stocke eine doppelte Axenweite an, so würde eine Norm von $3{,}_{20}$ m Höhe zu $4{,}_{86}$ Breite entstehen, die in der antiken Baukunst, selbst in Etrurien nicht vorkommt. Ich lege aber auf diese ästhetische Rücksicht wenig Gewicht, sondern begründe meine Restauration mit der ungleich gröfseren Stabilität, die zweifellos im Vorderbau entsteht, wenn in der Hinterhalle mehr Stützpunkte gewonnen werden.

Hinter der dreischiffigen Stoa befanden sich 21, aus Porosquadern erbaute Gemächer von gleicher Tiefe $(4{,}_{88}$ m), aber verschiedener Breite, zugänglich und verschliefsbar durch hölzerne Flügelthüren in steinernen Schwellgerüsten.

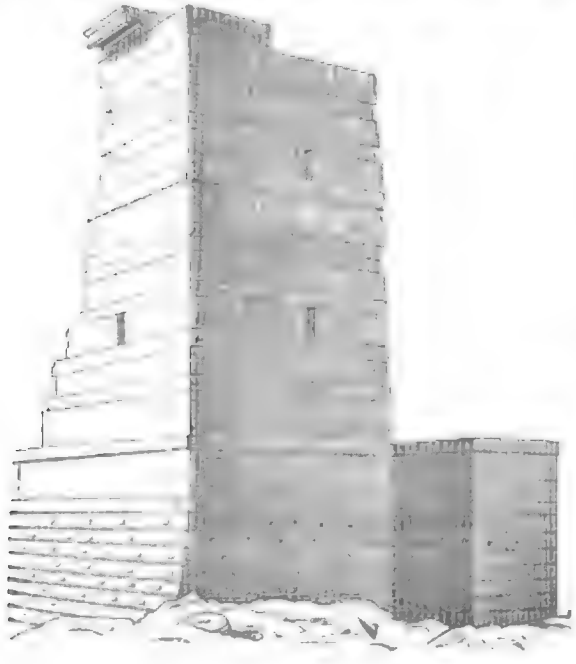
28) Der unzulässige Bruch von $^{1}/_{7}$ neben 44 erklärt sich aus der Thatsache, dafs die Mefsbänder wegen der das Ausgrabungs-Terrain quer durchschneidenden und hoch belegenen Gasse an mehren Punkten schräg aufwärts gespannt werden mufsten, und hierdurch, wie durch ihre sonstige Durchbiegung, ein Plus entstand, das schwer zu corrigiren war. Bei der Auftragung habe ich angenommen, dafs in der Ausführung des Bauwerks das Axenmaafs von $2{,}_{43}$ genau festgehalten worden ist. Dann erhält man durch $44 \times 2{,}_{43} + 2\,(0{,}_{69} + 1{,}_{97}) = 112{,}_{64}$ m als die Totallänge. In den Programmen von 1860 S. 9 und 1862 S. 9 wird die Länge auf 114 m mitgetheilt; offenbar ist die Breite der nördlichen Terrassenmauer darin enthalten, zieht man ihr Maafs mit $2{,}_{17}$ von 114 ab, so erhält man $111{,}_{83}$ m, was um $0{,}_{81}$ zu klein ist. Pervanoglu im Arch. Anz. 1861, 170 giebt 120 m. Ussing l. c. 10 und 12, berechnet, von irrthümlichen Annahmen ausgehend und das Grundmaafs der Epistyllänge vernachlässigend, die Totallänge auf $109{,}_{36}$, grade um 3 m zu kurz. Wachsmuth, l. c. 155, hat auch, wahrscheinlich nach Ussing, 110 m angesetzt.

Digitized by Google

Die Axen dieser 21 Thüren zeigen, soweit sie meſsbar sind, keine genaue Eintheilung, auch entspricht ihre Stückzahl nicht den vorhanden gewesenen 46 Säulenweiten. Nur wenn man 23 gefunden hätte, wäre eine Zahl- und Axenbeziehung zwischen dem hinteren und vorderen Theile der Stoa denkbar gewesen. Für eine oberflächliche Betrachtung befremdet diese Thatsache, aber die vergleichende Prüfung der sichtbaren Untermauern läſst erkennen, daſs des Attalos Architekt, um ebensowohl rascher als auch billiger zu bauen, die mächtigen Fundamente älterer Gebäude theilweis geschont und sich denselben soweit anbequemt hat, als sein Project es irgend zuliefs. Daher stammen die verschiedenen Stärken der Zellenwände, sowie ihre ungleiche Breite nebst der erforderlichen Verschiebung der Thüren. Aufserdem ist daran zu erinnern, daſs ein solcher in den geometrischen Zeichnungen leicht fühlbarer Mangel in der Wirklichkeit vollständig verschwindet, und die Griechen, wie schon Mnesikles Propyläen-Anlage mit ihren keckgenialen Lösungen lehrt, stets geneigt waren, gordische Knoten in der Praxis flott zu durchhauen, als mit einer mühsamen Entwirrung derselben viel Zeit zu verlieren.

Nach diesen Beobachtungen und Ermittelungen ist der Grundriſs Blatt 12, Fig. 2 unter Hervorhebung der noch aufrecht stehenden oder zweifellos gesicherten Theile in dunklerer Färbung gezeichnet worden.

Schwieriger war die sichere Ermittelung der alten Façaden und Durchschnitte, da die Zerstörung des Bauwerks eine fast vollständige gewesen war. Zu dieser Arbeit, als zu einer nicht erfolglosen oder in der Luft schwebenden, ermuthigte mich aber bald die oben bereits hervorgehobene Beobachtung, daſs die zur Fixirung der wichtigsten Höhendimensionen absolut nothwendigen beiden Ausgangspunkte durch einen glücklichen Zufall gerettet worden waren. Den einen habe ich schon oben S. 23 als Cardinalpunkt bezeichnet; es ist die Nordostecke mit ihren unberührt liegenden Geisonblöcken, von welchen der Holzschnitt eine Darstellung giebt. Sie



verbürgt die alte Totalhöhe und gestattet eine — wenn auch etwas umständliche — directe Messung. Den zweiten Ausgangspunkt liefert die an der Südmauer noch aufrecht stehende dorische Eckante der Front. Ihre leicht meſsbare Höhe zu der dorischen Gebälkshöhe addirt, liefert sofort die Höhe der unteren Stützenstellung. Dann erhält man die Gesammthöhe der oberen Stützenstellung, wenn man von der Totalhöhe des Bauwerks die so eben ermittelte Höhe der dorischen Stoa abzieht. Von dieser Oberstoa sind durch zahlreiche Bruchstücke gegeben: 1) die Maafse des Gebälks, 2) der ionischen Capitelle bis zum Halse und 3) der Basen bis zur obersten Heftschnur. Eins aber fehlte und war wegen durchgängiger Zerschlagung der betreffenden Stücke nicht zu ermitteln, — das ist die Höhe der ionischen Stützenschäfte. Doch läſst sich auch diese Lücke in der Aufnahme genau und sicher bestimmen, sobald die schwierigste Frage, welche die Ruine an ihren Restaurator stellt, genügend gelöst ist.

Das Bauwerk ist im Wesentlichen aus zwei Materialien erbaut worden: alle Fundamente, die hinteren Gemächer sowie die kurzen Seitenmauern aus einem feinkörnigen und sehr wetterbeständigen Porossteine; die ganze Front, ausschlieſslich der stattgehabten Verwendung zahlreicher Hymettusquadern zu Fufsboden- und Wandplatten aus pentelischem Marmor. Aus der Beobachtung dieses Materialunterschiedes entspringt nun die wichtige Frage: Wo hörte der Porosbau auf und wo begann der pentelische Marmorbau?

Zu ihrer Beantwortung geben zunächst die älteren Reiseberichte, mehr noch die erwähnten Veduten des Dodwell wichtige Winke, wenn man sie mit dem Monumentalbestande combinirt. Die hohen Seitenmauern sind wie die lange Hintermauer und Mittelmauer nebst den Zellenwänden in schlichter Weise aus Porosquadern erbaut worden, nur einige für die Innenansicht wirksame Quaderreihen in der Nähe der Südwestante, die unteren Verkleidungsplatten der Wände, die Antepagmente der Thüren, ihre Ober- und Unterschwellen etc. machen eine Ausnahme. Solcher Schlichtheit und Einfachheit des Hinterbaues entspricht auch das dorische Akroterien-Geison, welches nur aus einer kräftig vortretenden Abakusplatte nebst Ober- und Unter-Kyma besteht; vergl. Blatt 16, Fig. 3. Dasselbe ist, wie der Fugenschnitt der Nordostecke lehrt, nicht nur horizontal, sondern auch steigend d. h. Tympanon formirend fortgeführt gewesen; Dodwell's schöne und grofse Abbildung l. c. Pl. 71 lieferte die sicherste Bestätigung meiner schon in Athen gemachten Restauration. Wenn aber der Porosquaderbau noch an den Giebelseiten dominirt hat, so war der Marmorbau allein auf die Frontgestaltung beschränkt.

Von dieser Basis aus reducirt sich die allgemein gefafste Frage auf folgende engere. Wenn der zweigeschossige Stoëbau zwischen den Eckabschlüssen der Giebel als Längsfront angeordnet war: Wie war die Combination der beiden Kranzgesimse verschiedenen Materials, anderer Detailbildung und ungleicher Höhe gelöst worden, oder schärfer formulirt: Welches war die Lage beider Gesimse, stiefsen sie in gleicher oder verschiedener Höhe aneinander oder befand sich das Eine in ganzer Länge durchgeführt über dem Andern?

Die letzte Möglichkeit darf billig bezweifelt werden, weniger wegen des Kostenpunktes, als wegen der ästhetischen

Digitized by Google

Tautologie. Ausserdem beweisen die marmornen Geisonblöcke der oberen ionischen Ordnung durch ihre tiefe kastenförmige, mit grofsen durchbohrten Löwenmasken geschmückte Sima (vergl. die neue und lehrreiche Structur auf Blatt 16, Fig. 4), dafs sie wasserführend gewesen sind, und zwar nicht für ihre eigene geringe Tiefe, sondern für ein grofses Dach, dessen vorderen Rand sie bildeten. Daraus resultirt die Gewifsheit, dafs das dorische Poroskranzgesims an der Front nicht existirt hat, sondern durch das Marmorgeison der Oberstoa ersetzt gewesen ist. Aber auch nach dieser Ermittelung blieb immer noch die zwiefache Lösung denkbar: 1) dafs die beiden dorischen Giebelgeisa dicht hinter den Akroterien beendigt und dann nach Einschaltung eines Zwischengliedes (bestimmt, das beiderseitige Todtlaufen zu ermöglichen), das ionische Mutulengeison längs der Front in gleichem Niveau mit dem dorischen Geison fortgeführt gewesen ist, oder 2) dafs das Marmorgeison etwas tiefer, etwa dicht unter der Abakusplatte des Porosgeison seine Stellung gefunden hatte, eine Lösung, welche den Vorzug besafs, dafs beide Kranzgesimse eine klare, architektonisch wirksame Ecke empfangen konnten. Wählte man daher die letztere Lösung als die bessere, so mufste im Querschnitt das Marmorgeison, um es unter die Abakusplatte des Porosgeison legen zu können, mit seiner Ober- und Vorderkante soweit nach vorn gerückt und gleichzeitig so tief gestellt werden, als dies die schräge Dachneigung bei ihrer Verlängerung dictirte. Da nun ein Vorrücken über die Frontflucht hinaus in Wirklichkeit nicht möglich gewesen ist, so mufste das Geison der Kurzseiten beziehungsweise die Länge der Giebel um das solchergestalt in der Zeichnung leicht zu findende Stück, welches die sehr kurze Seitenansicht des Marmorfrontbaues darstellte, gekürzt werden.

Diese Dimension läfst sich aber auch durch Rechnung finden, wenn eine einzige Voraussetzung gemacht, nämlich die Proportion des Giebels festgesetzt wird. Hätten Stuart oder Dodwell nur den in ihren Zeiten noch so leicht mefsbaren spitzen Winkel des Nord-Tympanons verzeichnet, so würde auch diese Voraussetzung überflüssig und der einzige heut fehlende Ausgangspunkt gegeben sein. Ich habe daher zunächst eine bestimmte Giebelproportion wählen müssen und glaubte für die gegebenen Massen der Seitenfaçade das Verhältnifs $1 : 7{,}_{20}$ oder für den halben Giebel $1 : 3{,}_{6}$ vorschlagen zu dürfen. Trägt man alsdann, auf bekannte Aehnlichkeitsgesetze sich stützend, das Höhenmaafs des Porosgeison mit $0{,}_{36}$ als Abscisse auf der Grundordinate $3{,}_{6}$ auf, so erhält man die Proportion, $3{,}_{6} : 1 = x : 0{,}_{36}$, folglich $x = 1{,}_{26}$. Von diesem Maafse mufs die Ausladung des Marmorgeison mit $0{,}_{44}$ abgezogen und die des Porosgeison mit $0{,}_{20}$ hinzugefügt werden, also $1{,}_{26} - 0{,}_{44} + 0{,}_{20} = 1{,}_{02}$ m. Diese Dimension darf also als das angenähert richtige Maafs der seitlichen Tiefe des Marmorfrontbaues betrachtet werden. Erst später nach Ablieferung der Zeichnungen fand ich, dafs dieses Maafs im Wesentlichen zwar richtig, aber doch um $0{,}_{03}$ zu klein ermittelt ist. Wegen der Geringfügigkeit dieser Differenz, auf welche ich noch zurückkomme, ist eine nachträgliche Correctur in den Stichen unterblieben.

Diese ganze Lösung könnte durch ihre für die antike Baukunst auffallende Complicirtheit Bedenken erregen, aber einerseits war sie nicht zu umgehen bei der Zusammenfügung zweier so heterogenen Materialien wie Poros und pentelischer Marmor, und andrerseits entsprach sie völlig einer Bauepoche, in welcher der emsig grübelnde Verstand längst an die Stelle phantasievollen Schaffens getreten war und mechanisch künstliche Bauleistungen mehr Ruhm und Beifall ernteten, als harmonisch vollendete Schöpfungen.

Ferner darf man den reichen kunstpflegenden Attalos II bezüglich der finanziellen Leistungsfähigkeit und des baulichen Ruhmestriebes nicht mit Hadrian vergleichen, dem für Athen eben alles möglich und — nichts unmöglich war. Attalos wird sehr gern eine Lösung genehmigt haben, deren ausserordentliche Ersparnifs an pentelischem Marmor die Baukosten wie die Bauzeiten verminderte und deren Complicirtheit doch mehr den Fachleuten als dem Volke auffiel. Es ist auch mit Gewifsheit anzunehmen, dafs er selbst aus diesen Rücksichten die Beschränkung des pentelischen Marmors auf den Frontbau als eine Hauptbedingung des Programms formulirt hat.

Dafs aber diese eigenartige Combination in der von mir vorgeschlagenen Weise wirklich vorhanden gewesen ist, lehrt schliefslich die genauere Betrachtung der kurzen Giebelfronten. Ein Blick auf die Südmauer (Blatt 12, Fig. 2) zeigt zwei Thüren in derselben, eine kleinere (C) dicht an der Südwestante und eine gröfsere mehr östlich neben dem ersten Gemache. Die erstere war, wie Thüranschlag und entsprechende Dübellöcher in der Unter- wie Oberschwelle beweisen, verschliefsbar, führte also in einen zeitweis abzusperrenden Raum. Die letztere, $3{,}_{48}$ m breit, nur von antenförmigen Seitenpfosten umrahmt und mit einem ionischen Gebälk bekrönt, war nicht verschliefsbar, sondern führte direct ins Freie. Ihre bevorzugte Lage und Stellung ist wichtig, da sie in der Hauptaxe der 6 m breiten Wandelbahn dicht vor den Läden angelegt ist. An der Nordseite darf mit Sicherheit ihr Gegenstück vorausgesetzt werden, da ich dasselbe ionische Zahnschnittgeison, welches das Thürgebälk der Südseite krönte (vergl. Blatt 15, Fig. 3), in identischer Form und Gröfse im Schutte der Nordseite vorgefunden und vermessen habe. Die grofse aber praktisch nothwendige Breite beider Pforten verlangt eine entsprechende Höhe, die schwerlich anders bemessen gewesen sein kann, als die Höhe der dorischen Eckante. Ich habe auch nicht gezögert, ein hier liegendes Antenkapitell mit ionischer Gliederfolge zur Restauration dieser Pfortenstützen zu verwerthen. Da es nun nothwendig ist, die hinterste breite Wandelbahn mit ihrer Höhe durch zwei Geschosse reichen zu lassen, wenn anders der Zweck der Anlage, schattige Kühle mit guter Beleuchtung und nie versagender Ventilation zu verbinden, erreicht werden sollte, so mufs man einerseits zur besseren Entlastung des Thürgebälks, zweitens zur intensiveren Beleuchtung und Ventilation, drittens zur einheitlicheren Raumgestaltung ein durch Stützen zwei- oder dreifach getheiltes Oberfenster in der Nord- wie Südmauer annehmen, dessen Axe nothwendigerweise in die Axe der breiten Unterpforte fallen mufs. Geschieht dies, so zeigt sich sofort die weitere Nothwendigkeit, die so eben gewonnene Axe auch zur Giebelaxe zu machen und den Dachfirst über der Axe der hinteren Wandelhalle anzuordnen. Vgl. Blatt 13, Fig. 1 und 2.

Die Tiefe des Gebäudes an der Südmauer (von Aussenkante zu Aussenkante gemessen) beträgt $19{,}_{43}$ m, die Hälfte

demnach $9{,}_{71}$. Dagegen findet sich die Lage der Axe in der hintern Wandelhalle auf $9{,}_{09}$ normirt, giebt eine Differenz von $0{,}_{62}$, welche zu grofs ist, um als Zufalls- oder Absteckungsfehler gelten zu können. Hält man daher an der vertikalen Giebel- und Firstaxe fest, und verdoppelt das von der Hinterfront her gemessene Axenmaafs der Wandelhalle, um es nach oben hin zu verwerthen, so ergiebt sich $2 \times 9{,}_{09} = 18{,}_{18}$ für die obere Breite der beiden giebeltragenden Mauern, und die Differenz, Totalbreite $19{,}_{43} - 18{,}_{18} = 1{,}_{25}{}^{m}$ stellt das Maafs der kurzen Seite des Marmorfrontbaues dar. Man sieht, dafs es im Wesentlichen dasselbe Maafs ist, welches oben mit $1{,}_{22}{}^{m}$ gefunden wurde. Auf die kleine Differenz von $0{,}_{03}$ ist wenig Gewicht zu legen, da sie ja nur aus der willkürlich gewählten Grundproportion des Giebels erwachsen ist. Ja es läfst sich durch weitere mathematische Entwickelungen der Nachweis führen, dafs die Giebelproportion in Wirklichkeit einst $1:7{,}_{40}$ und nicht wie ich oben vorausgesetzt, $1:7{,}_{20}$, also rund $^{1}/_{20}$ weniger betragen hat. Demnach hätte die Giebelhöhe in den Zeichnungen, Blatt 13, Fig. 1 und 2, um eine Spur (etwas mehr als die Kymationhöhe, welche das Geison krönt) vermindert werden müssen. Für den kleinen Maafsstab der Zeichnungen ist diese Wirkung ganz unbedeutend, in der Natur dagegen war das Giebelverhältnifs, weil es den letzten Akkord gab, von besonderem Gewichte.

Weil aber beide nur auf monumentale Indicien gegründete Combinations-Methoden das gleiche Resultat geliefert haben, so wird der hier entwickelte Restaurationsversuch im Wesentlichen als richtig gelten dürfen. Mit dem auf solchen Umwegen ermittelten Totalhöhenmaafse der Front läfst sich nun ohne Schwierigkeit die oben erwähnte nicht mehr mefsbare Schafthöhe der ionischen Oberstützen auf ca. $3{,}_{20}{}^{m}$ feststellen, wenn noch, was structiv wie ästhetisch nothwendig erscheint, eine niedrige Zwischenstufe als gemeinsamer Abakus für die Oberstoa zwischen beide Geschosse eingeschaltet wird.

Auf Grund solcher und ähnlicher Beobachtungen und Schlufsfolgerungen, ist auf Blatt 12, Fig. 1 der Restaurations-Versuch der Front, auf Blatt 14, Fig. 1 u. 2 das System der Front nebst Durchschnitt, endlich auf Blatt 13, Fig. 1 u. 2 die Süd-Giebelseite und ein ganzer Querschnitt (nach Norden gesehen) zusammengestellt, auch die wichtigsten Details auf den Blättern 15 und 16 vereinigt worden.

Obschon die Zeichnungen das Wesentlichste der Restaurations-Idee darstellen, so empfiehlt es sich doch, zur weiteren Erläuterung und Begründung noch einige besondere Momente hervorzuheben.

Zwischen den ionischen Stützen der Oberstoa befanden sich, wie Falze in den Basen und Dübellöcher in den Schäften beweisen, hochkantig gestellte Marmorplatten von ca. $0{,}_{90}{}^{m}$ Höhe, die nach aufsen wie nach innen als schützende Schranken dienten. Sie sind im Anschlusse an Metallgufsvorbilder fein und zierlich aus pentelischem Marmor gemeifselt, aber der Haltbarkeit halber nicht durchbrochen gestaltet worden. Die besten Bruchstücke, welche in vier Varietäten (vergl. Blatt 16, Fig. 2) vorkommen, bewahrt das Varvakion, andere Reste liegen unter den Trümmern. Sie beweisen die stattgehabte Benutzung der Oberstoa als Halle und Logenraum. Die ionischen Stützen selbst (Blatt 16, Fig. 1) sind die Combination eines Oblongpfeilers mit zwei Halbsäulen, eine Anordnung, die stets nothwendig wird, wenn man bei mäfsigen Höhen aus structiven Gründen einer sehr grofsen Tiefe in den Gebälken bedarf.[29]) Die hellenistische Baukunst hat zahlreiche und gute Beispiele für derartige Probleme hinterlassen; ich erinnere nur an das gesäulte Hochgrab von Mylassa, oder an das bei Stuart abgebildete ionische Doppelcapitell von Menidi, welches einem ähnlichen Architekturwerke entstammte. In der Attalos-Stoa war ein derartig combinirtes Stützensystem aber dringend nothwendig, 1) um trotz der geringen Höhe breite Epistylien und Gebälke für die Decken- und Dachlast zu gewinnen (daher haben diese Zwillingsstützen, so darf man sie kurz nennen, eine Breite von $0{,}_{31}{}^{m}$ bei einer Tiefe von $0{,}_{61}{}^{m}$ im Schaft gemessen); 2) um an der glatten Fläche des Mittelschaftes den bequemen und sicheren Anschlufs für die Brüstungsplatten zu gewinnen. Auch hier sind zwei Arten von Zwillingsstützen gefunden worden, die sich ebenfalls nur in der Detailbildung der Basen unterscheiden. Die häufiger vertretene Gliederung der Basis besteht aus einem abwärts gebogenen Kyma, Spira und Plinthus, sie ist also weder streng attisch noch ionisch, sondern eine von Altar- und Bathronformen entlehnte Gliederfolge hellenistischer Zeit. Die zweite besteht aus Spira, Trochilos und Plinthus, ist also echt ionisch. Ich habe diese in der durchgängig ionisch gegliederten Wandelhalle oberhalb der ionischen Säulen untergebracht, und demgemäfs auch die dreitheiligen Fenster der Giebelfronten analog formirt.

Das genauere Studium der unteren Stoareste lieferte ebenfalls Gesichtspunkte, welche den vorliegenden Restaurationsversuch beeinflufst haben. Dies gilt besonders von der Thatsache, dafs das dorische Geison, wie Blatt 14, Fig. 2 und Blatt 15, Fig. 1 erkennen lassen, keine Sima, sondern nur einen ionisch-simenartigen Abschlufs erhalten hat. Das Fehlen der Rinne sowie die Existenz passender Dübellöcher auf der Oberfläche des Geisonblockes, beides mit der Beobachtung combinirt, dafs das Geison der Oberstoa vollständig zur Wasserableitung eingerichtet war, giebt den wichtigen Wink, dafs über der Unterstoa nicht etwa eine offene Terrasse, sondern ein bedecktes Stockwerk folgte. Leichter erkennbar war das Factum, welches Ussing unbegreiflicher Weise nicht gesehen hat, dafs über jedem Epistylion zwei Mittel-Triglyphen gestellt waren, also ein dreitriglyphisches System vorhanden war, wie es Vitruv als das Ueblichste gekannt und empfohlen hat.[30]) Hierzu genügte ein Blick auf den wieder zusammengelegten Epistylblock mit der Inschrift: ΣΗΣ ΑΠΟΛΛΩΝ oder auf die zahlreichen Geisonblöcke mit ihren eng gestellten ($0{,}_{405}$ Axenentfernung) Tropfenplatten. Die bei Ussing consequent in der Fünfzahl erscheinenden Tropfen sowohl an den Saumbändern des Epistyls wie an den Tropfenplatten, dürfen als ein Versehen des Zeichners gelten. Wegen der dreitriglyphischen Anordnung über jedem Intercolumnium verweise ich auch noch auf die Kumanudis'sche Zeichnung im Programm von 1862, welche ganz correct zwei Regulae mit je sechs Tropfen am Epistyle darstellt.

Die 21 Hintergemächer befinden sich wegen der Fortschaffung ihrer leicht verwendbaren Quadern in einem sehr

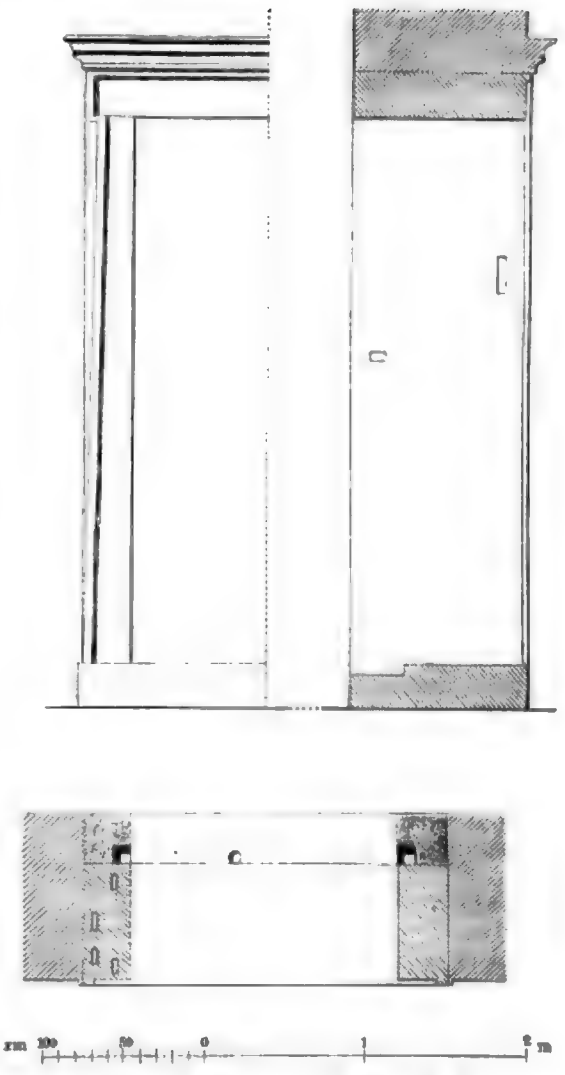
29) Vergl. Böttticher, Tektonik. 2. Aufl. I, 303.
30) Vitruv lib. IV, c. 3. ed. Rose 91.

Digitized by Google

reducirten Zustande. Die besterhaltenen sind die beiden letzten an der Südseite; von den beiden entsprechenden der Nordseite stehen nur noch die Nord- und Ostmauer; die übrigen haben — so weit man heut urtheilen kann — ebenfalls die östliche Hintermauer und viele der Querwände eingebüfst und nur grofse Stücke der Mittelmauer mit oder ohne Thürgerüst gerettet. Die Structur und Einrichtung scheint bei allen mit Ausnahme der dritten (von Norden her gerechnet) gleich gewesen zu sein. Der Fufsboden lag durchweg um $0{,}_{295}$ m höher als in der Wandelhalle; ferner bestand die unterste Wandschicht aus hochkantigen Blöcken von $1{,}_{08}$, darauf eine niedrige Binderschicht von $0{,}_{26}$ und darüber wechselnde Schichten in pseudisodomer Bauweise. An der östlichen Hintermauer besafs jedes Gemach zwei schmale Schlitzfenster übereinander ($0{,}_{28}$ hoch und $0{,}_{08}$ aussen breit), von denen das unterste $2{,}_{28}$ m über dem Fufsboden lag; sie dienten ebensosehr zur Beleuchtung des hintersten Zellentheils als zur Ventilation. Wiederkehrende Quadratlöcher, reihenförmig geordnet und immer an den Quaderecken sorgfältig eingestemmt, begründen die Vermuthung, dafs hier Bankhaken für die Bordbretter eingegipst waren, welche die aufgespeicherten Waaren tragen sollten. Von der Structur der Thürgerüste, ihren Pfannenlagern, Anschlagsfalzen und Riegellöchern giebt der nebenstehende Holzschnitt eine Vorstellung; die Kunstformen zeigt Blatt 15, Fig. 2.

Eine nicht unwichtige Nebenanlage ist sodann die Treppe, die zur Oberstoa führte. Sie lag an der kurzen Südseite bei *B* im Grundrisse (Blatt 12, Fig. 2), ist aber jetzt so vollständig verschwunden, dafs man sorgfältig alle Spurenreste aufsuchen, verzeichnen und auftragen mufs, um eine angenäherte Vorstellung von ihrer ehemaligen Erscheinung zu gewinnen.

Zunächst spricht für ihre Existenz an dieser Stelle die in der Südmauer belegene kleine Thür *C* im Grundrisse, welche mit Anschlag, Pfannen- und Riegellöchern versehen, die Verschliefsbarkeit eines hier vorhanden gewesenen Raumes aufser Frage stellt. Demnächst beweisen die Fugenschnitte der drei Stufen, dafs dieselben früher weiter reichten, als jetzt. Weiter darf eine in der Distanz von $3{,}_{67}$ m stehende, trefflich construirte und in übereinstimmender Technik hergestellte Quadermauer, die parallel mit der Südmauer läuft, als eine zur Stoa gehörige Mauer betrachtet werden, welche zwei Zwecke erfüllte, nämlich 1) die Südseite des Treppenhauses zu bilden und 2) dem hier sich anschliefsenden, stark ansteigenden Terrain als Futtermauer zu dienen. Auch die südliche Schulterseite der am Südende stehenden Ante deutet auf den Anschlufs einer schmalen Mauer hin, weil nur ihre vordere (westliche) Hälfte, $0{,}_{32}$ breit, sorgfältig geschliffen, die hintere (östliche) — auch $0{,}_{32}$ breit — rauh scharirt ist, und zwar Beides in ganzer Höhe. Endlich zeigte sich der Lehrenumrifs für die Stufen der einst hier vorhandenen Treppe an der südlichen theilweis auf Putzüberzug berechneten Wandseite der Südmauer. Er ist nur sehr schwach vorgerissen, — am Besten in der Nachmittagssonne erkennbar, — aber ich habe ihn nicht nur Besuchern der Stoa, wie Curtius und Lüders, nachweisen, sondern auch mit seinen Steigungen von $0{,}_{222}$ und Auftritten von $0{,}_{325}$ verzeichnen können. In welcher Weise auf Grund der vorhandenen Reste und Spuren die Treppe nach ihren praktischen Forderungen vermuthungsweise projectirt worden



ist, ergeben Blatt 12, Fig. 1 u. 2 und Blatt 13, Fig. 1. Die Kleinheit der Eintrittsthür ($0{,}_{97}$ breit), sowie die an Dürftigkeit streifende Anordnung der Treppe bei einer so grofsen Gesammtanlage spricht dafür, dafs die Oberstoa nicht dem täglichen Gebrauche, sondern nur an besonderen Festtagen geöffnet war.

An der Nordseite ist keine Treppe vorhanden gewesen, weil die im anstofsenden Hause sichtbare Quadermauer (vgl. den Grundrifs Blatt 12, Fig. 2) zu nahe liegt (die Entfernung beträgt im Lichten $1{,}_{82}$ m), um eine zweiarmige Treppe einschalten zu können. Welchem praktischen Zwecke aber dieser terrassenartig vortretende Nebenraum gedient hat, wird sich erst bei weiterer Aufräumung der Nordseite sagen lassen.

Wenn aus dem Vorstehenden erhellt, dafs der gröfste Theil aller formirten Bausticke in den Trümmern sich noch vorgefunden hat, so ist es doch nothwendig, auch diejenigen zu bezeichnen, welche ich trotz sorgfältiger Durchsicht nicht habe auffinden können. Es sind dies: 1) die Capitelle der ionischen hinteren Säulen in der Unterstoa nebst dem Gebälk darüber, 2) die Balken und übrigen Deckenglieder der Vorderhallen in der Unterstoa, 3) die Deckplatten der Oberstoa

Digitized by Google

(das Gebälk darunter ist vorhanden), 4) die marmornen Plattziegel des Daches (die Fugendecker und Stirnziegel sind vertreten). Ob diese Bauglieder verschleppt oder zerstört sind, oder noch in der Erde stecken, läfst sich vorläufig nicht entscheiden. Wegen des Fehlens sicherer Anhaltspunkte sind daher auf den Zeichnungen verschiedene Lösungen in der Deckenstructur (besonders der Unterstoa) versucht worden.

Dafs eine so grofsartige, dem Marktverkehre gewidmete Bauanlage der Wasserzuführung nicht entbehren konnte, ist zweifellos, doch ist eine sichere Entscheidung dieses Punktes nur an einer Stelle möglich. Jetzt bietet sich an drei Plätzen Gelegenheit, in nächster Nähe der Stoa Wasser zu schöpfen; zwei Schöpfplätze ruhen auf Leitungen, einer, der wichtigste, liefert Quellwasser. Von den erstgenannten liegt einer auf der Gasse ca. 6—7 m westlich von der Nordwestecke und wird von der Nachbarschaft viel benutzt; neben ihm liegen drei fast vollständig erhaltene Gebälkstücke der Oberstoa. Der zweite befindet sich ca. 10 m östlich hinter dem ersten Gemach im Südtheile, auf einem verfallenen Privatgrundstücke noch belegen, als Puteal gefafst, und ist, obschon er trinkbares Wasser liefert, aufser Gebrauch. Ob beide Schöpfplätze ihr Wasser in ostwestlicher oder südnördlicher Richtung beziehen, konnte ich nicht sicher feststellen; ebensowenig, ob sie schon dem antiken Wasservertheilungssystem angehören. Das Wasser des dritten wird von der Familie des bei der Stoa angesiedelten Invaliden nur zum Kochen und Waschen, nicht zum Trinken benutzt; die Schöpfstelle befindet sich innerhalb der Stoa in dem dritten Gemache von Norden her gerechnet (auf dem Grundrisse mit *A* bezeichnet) und ist, wie die dort in der Tiefe vorhandenen weiter unten zu besprechenden merkwürdigen Baureste einer Krene lehren, seit hochalter Zeit als Quelle benutzt worden. Wenn man hier hinabsteigt, so sieht man an den Umfassungsmauern drei Bauepochen ausgeprägt, deren letzte die Attalische war. Jede derselben hat den Quell, der als schwache und etwas brackig schmeckende Wasserader in einer Tiefe von 6,40 m unter der Schwellenhöhe der Hintergemächer aus dem anstehenden Felsen kommt, sorgfältig geschont. Auch beweisen sichere Spuren, dafs innerhalb des erwähnten Gemaches in der Attalischen Zeit eine besondere Vorrichtung zur Wasserschöpfung vorhanden war.

Bezüglich der alten Terrainverhältnisse ergiebt die Untersuchung mit Sicherheit, dafs der Architekt des Attalos an der Südseite eine starke Futtermauer zum Widerlager gegen oberen Erddruck, an der Nordseite und auf längeren Strecken an der Nordostseite aber einen hochragenden, sichtbar bleibenden Unterbau in vortrefflicher Quadertechnik (der erste Holzschnitt giebt eine Skizze der Nordostecke von aufsen gesehen) herstellen mufste, um das nothwendige Planum seines langgedehnten Bauwerks zu gewinnen. Namentlich die letztgenannte sehr kostspielige Anlage spricht entschieden für die von Curtius aufgestellte und von Wachsmuth bestrittene Annahme einer stattlichen Markterweiterung nach Norden hin in der Attalischen Zeit.

Doch müssen diese wie andere an die Analyse des Baues geknüpften topographischen Untersuchungen einem anderen Orte vorbehalten bleiben; nur die Frage über die Stellung des Ptolemaion soll wegen ihres unmittelbaren Zusammenhanges mit der Stoa weiter unten kurz berührt werden.

Dagegen erfordert das neu entdeckte Denkmal an dieser Stelle noch eine kurze architektonische und baugeschichtliche Würdigung. Vortrefflich ist zunächst die Wahl des Bauplatzes sowie die Art seiner Bebauung. Molenartig nach Norden vorgeschoben, bildete die Stoa eine Art von Wellenbrecher, an dem der vom Dipylon heraufluthende Verkehr sich theilte, um entweder mit Umgehung der Agora direct in das Herz der Unterstadt (Hadriansgymnasium, Wasseruhrthurm des Andronikos Kyrrhestes und Diogeneion) zu gelangen, oder auf der Agora selbst sich auszubreiten oder auch nach einer raschen Durchschreitung derselben über den Sattel vor der Akropolis hinweg zur Ilissos-Niederung hinabzusteigen. Demnächst war die Stoa in Folge ihrer Orientirung, von Süden nach Norden langgestreckt, nur der späten Nachmittags- und Abendsonne zugänglich, also zu einer Tageszeit, wo der eigentliche Marktverkehr, wenn nicht erloschen, doch im Absterben begriffen war.

Ein gleiches Lob verdient die Zweckmäfsigkeit des Grundrisses. Er bietet die bequemste Zugänglichkeit von drei Seiten, sowohl zu den schattigen und gut gelüfteten Unterhallen nebst den völlig geschützten feuersicheren Magazinen, als zu den Oberhallen, welche bei genügendem Schutze gegen Sonne und Regen weite Ausblicke marktauf- wie marktabwärts verstatteten. Die letztgenannte Rücksichtnahme hat sicherlich bei der definitiven Feststellung des Projects für die eventuelle Anordnung einer Oberstoa den Ausschlag gegeben.

Bezeichnete somit das Bauprogramm die Stoa als einen reinen Nutzbau, so erhoben der grofse Maafsstab und die Ausführung der Front in Marmor sie zum Range eines monumentalen Luxusbaues. Ob eine der anderen Marktanlagen ebenso kostbar oder noch reicher ausgestattet war, wird sich erst beurtheilen lassen, wenn die übrigen Seiten der Agora aufgegraben und erforscht sind. Schwerlich wird aber eine der anderen Hallenbauten die Attalos-Stoa bezüglich des Rauminhaltes und folglich der Baumasse übertroffen haben. Hierfür mag die Angabe genügen, dafs — unter selbstverständlicher Beiseitelassung der Magazine — nach Abzug der Säulen in der Unterstoa 2340 Menschen, in der Oberstoa 1260, zusammen 3600 Menschen gestanden haben können, wenn für Jeden 0,60 □m Platz berechnet wird. Zieht man noch die drei Krepis-Stufen hinzu, so erhöht sich diese Ziffer um ca. 400 Mann, so dafs also an hohen Festtagen, z. B. am Tage der panathenäischen Procession, 4000 Menschen in der Attalos-Stoa geschützt versammelt werden konnten. Jedenfalls verdient diese bedeutende Raumgröfse eine genaue Beachtung, wenn man die Frage über die *μακρὰ στοά* schärfer behandeln will, als es bisher geschehen ist.

Auch in structiver Beziehung kann man dem Bauwerke eine volle Anerkennung nicht versagen. Es ist mit einer so völlig sicheren Kenntnifs der Leistungsfähigkeit des Stein- beziehungsweise Marmorbaues errichtet worden, dafs wir dasselbe wegen der structiven Kühnheit in die Mitte der hellenistischen Epoche setzen müfsten, auch wenn kein Datum vorhanden wäre. Dagegen kann es bezüglich der technischen Durchführung mit den hochvollendeten Werken der perikleischen Epoche nicht in Vergleich gestellt werden. Nicht, dafs die vielbewunderte Technik jener Zeit verloren gewesen wäre, — das ausgezeichnete Gefüge und die treffliche Behandlung der Riesensäulen des Olympieion beweisen das

Digitized by Google

Gegentheil, — nein, es fehlte hier am Besten, an dem Bau-Enthusiasmus, der von idealer Auffassung gelenkt, mittels architektonischer Schöpfungen über die Mitwelt hinaus zur späten Nachwelt sprechen will und deshalb vor keinem Opfer zurückschreckt, was die Monumentalität erfordert. Hier sieht man das Gegentheil, überall stöfst man auf beabsichtigte Einschränkungen, z. B. auf Knappheit in den Fundamenten, auf Zusammendrängung der reicher geschmückten Bauglieder an der Front, auf Resignation in der sonst so üblichen Meifselarbeit (an Kymatien, Astragalen etc.) und liest solchergestalt aus den Steinen die unverdächtige Angabe heraus, dafs der Architekt scharf rechnen mufste, um mit den genehmigten Bausummen durchzukommen. Dafs aber die Sparsamkeit eine der Haupttugenden des attalischen Königshauses war, ist eine geschichtliche Thatsache.

Mifst man sodann mit künstlerischem Maafsstabe, so mufs auch hier trotz der fein abgewogenen, ja schönen Verhältnisse des Frontsystems und des Querschnitts etc. tadelnd hingewiesen werden auf die nüchterne Gleichmäfsigkeit einer fast unabsehbaren Front, der das Wichtigste, eine zweite Axenentwickelung in der Mitte und nach der Tiefe hin fehlte. Was diesen Mangel verschuldet hat, ist schwer zu sagen; möglich, dafs ältere und unangreifbare Denkmäler gerade in der Mitte hinter der Stoa lagen und die Gestaltung eines Mittelbaues von gewisser Tiefe behinderten; möglich auch, dafs der Bauherr jede idealere Auffassung des Bauprogramms aus Sparsamkeit oder aus anderen Gründen behinderte.

Prüft man weiter die Gesammtcomposition, so spiegelt sich in zahlreichen Zügen die Spätzeit mit ihrem Streben nach schlanken Proportionen und neuen Formencombinationen, mit ihrer Vorliebe für Feinheit und Eleganz neben der laxen Behandlung der alten und gesetzmäfsigen Gliederfolge, am schärfsten wohl mit ihrer Ablösung von der hieratischen Bautradition durch die Aufstellung zweier Giebel an einem Profanbau.

Alle diese Momente, mit Ausnahme des letzten und wichtigsten, theilt die Attalos-Stoa mit gleichzeitigen oder älteren Bauten auf den Inseln, in Kleinasien, wie im Peloponnes. Die höchst charakteristische dreitriglyphische Anordnung, früher nur ausnahmsweise, aber zweckvoll angewendet (Propyläen zu Athen und Eleusis), erscheint in Folge schlanker Proportionirung zum System erhoben in den Stoën am Stadion zu Messene und an der Agora zu Knidos, beide undatirbar, aber wahrscheinlich dem Anfange des III. Jahrhunderts angehörend. Dann treffen wir sie mit ionisirender Furchenbildung in der neben dem korinthischen Tempel belegenen Stoa zu Knidos und der bekannten Portikus Philippos V. auf der Insel Delos, die dem Anfange des II. Jahrhunderts entstammt[30]). Für das viertriglyphische System ist der bekannte zierliche Tempel von Cori ein Beispiel; selbst von einer noch weiter getriebenen Steigerung bis zum fünftriglyphischen Systeme sind wir unterrichtet, wie ein stattliches, leider undatirbares Felsgrab in Nacoleia beweist.

Ebenso fehlt es nicht an neuen Stützencombinationen seit den Tagen der Aufstellung des Zeus-Colosses zu Olympia, hier in dorischem, an anderen Orten, wie zu Sardes und Messene in ionischem, zu Pergamon und Mylassa in korinthischem Schema. Ionische Cannelüren an dorischen Schäften finden sich öfters in der Spätzeit, z. B. zu Knidos und Epheseos. Endlich ist die nüchterne kegelförmige Echinusbildung und der gerade Triglyphenfurchen-Abschlufs an den Denkmälern der Westküste von Kleinasien, von Rhodos bis Kyzikos hinauf, weit verbreitet.

Ob die Anlage eines gesäulten Hyperoon zu den anerkannten Vorrechten der hieratischen Bankunst gehörte, ist nicht sicher, aber wahrscheinlich. Nachdem bei Erbauung eines solchen zu Tegea, Scopas den folgenreichen Schritt der Combination der dorischen Version mit korinthischen Oberstützen gethan hatte, ist Sostratos wenige Jahrzehnde später (um 320) mit dem noch wirksameren Versuche gefolgt, ein solches Hyperoon mit einem Unterbau verbunden nicht als Bautheil, eingespannt zwischen engen Tempelwänden, sondern als selbstständig freies Gebäude in seiner bekannten „schwebenden Halle“ zu Knidos zur öffentlichen und täglichen Benutzung hinzustellen. Sicher hat diese kühne Neuerung wegen ihrer praktischen Vorzüge Beifall und Nachfolge gefunden. Als eine weitere Ableitung solcher Bestrebungen, die uns auch aus Smyrna bezeugt sind, aber zugleich den Zwecken des Marktverkehrs angepafst, mufs die Attalos-Stoa betrachtet werden.[31]) In Vitruv's Zeiten war die Anlage von Oberstoën zu Spazierhallen so allgemein üblich, dafs dieser Autor sie als ein Kriterion der griechischen Marktanlagen bezeichnen konnte. Ihre Uebertragung auf italischen Boden ist durch die Portikenreste am Forum zu Pompei u. a. O. bezeugt.

Die meisten und wichtigsten Details tragen ebenfalls den Charakter einer Spätepoche, aber man darf bei ihrer Recension nicht übersehen, dafs die praktischen Forderungen bei einem schon so complicirten Baue zu manchen Abänderungen in der herkömmlichen Behandlung drängten.

Wenn beispielsweise die Sima des dorischen Geison nicht mehr als offene Rinne, sondern geschlossen gestaltet ist, so erklärt sich diese Besonderheit aus der verlangten Anlage der Oberstoa. Wurde sie aber überflüssig, so lag es wieder nahe: 1) statt der dorischen Kesselform nur symbolisch die schlank aufgerichtete und vorn überfallende Rinnenbordform der ionischen Version zu wählen, und 2) die kräftige Ausladung des dorischen Geison aufzugeben, eben weil der praktische Grund der möglichst weiten Vorschiebung der Sima zur besseren Wasserverstreuung fortfiel. Dadurch erklärt sich also die magere Ausladung des betreffenden Geison und in weiterem Verfolge auch die seltsame Proportion der langen und schmalen Tropfenplatten. In gleicher Weise wird die Einführung der breiten Furchenstege an den dorischen Schäften, sowie ihr hoher Anfang über dem Fufsboden aus dem praktischen Grunde: möglichste Sicherung der Kanten gegen Abstofsung, sich erklären lassen. In anderen Details

30) Für den oberflächlichen Dilettantismus, der sich in unseren sogenannten Architekturgeschichten breit macht, ist es bezeichnend, dafs dieses Bauwerk noch immer dem Könige Philippos, dem Sohne des Amyntas, zugeschrieben wird, ungeachtet schon Ulrichs im Jahre 1842 durch die Heranziehung weiterer Inschriftabruchstücke den Weg zur richtigen Datirung gewiesen hat. Vergl Böckh, Corpus inscr. II, 2274 und Add. 2274; ferner Ulrichs, Reisen und Forschungen II, 204. Bursian, Geogr. II, 459.

31) Die gröfste Verwandtschaft mit der Attalos-Stoa würde die Halle Myropolis zu Megalopolis besitzen, wenn sie zweigeschossig gewesen wäre, was Pausanias nicht erwähnt. Immer ist diese Marktstoa, welche Wandelhallen mit Magazinen verbunden besafs, baugeschichtlich nicht unwichtig, da durch Pausanias Angabe des Staatslenkers und Beförderers Aristodemos, ihr ein sicheres Datum, also um 260, gegeben werden kann.

macht sich wieder die individuelle Willkür des Künstlers geltend. Dahin gehört beispielsweise die nicht uninteressante Verbindung des kegelförmigen Echinus nebst seinen drei scharf geschnittenen Ringen mit dem breitgestegten Säulenschafte. Ferner erwähne ich die eigenthümliche Composition des Geison über dem ionischen Gebälk der Oberstoa. Dasselbe ist mit flachen aber tief gestellten Platten an der Unterfläche geschmückt, während die Vorderfläche durch eine Lysis in zwei Platten geschieden wird, von denen die untere zur schmalen Leiste herabsinkt, während die obere und höhere die steilgehobene Sima mit Löwenmasken trägt. Dafs hier Reminiscenzen an sicilische Baudenkmäler verwerthet worden sind, wird keinem Kenner der hellenischen Baugeschichte entgehen. Ebensowenig bedarf es des Nachweises, dafs die formale Gestaltung der Marmorbrüstungen auf Vorbilder des Metallgusses zurückweist, welche in nachlässiger und einen hohen Grad von Flüchtigkeit bekundender Weise unmittelbar auf den Steinbau übertragen worden sind. Zuletzt hebe ich noch einen Punkt hervor, der in tektonischer Beziehung einiges Interesse hat: nämlich die Anordnung des mit Palmetten und Lotoskelchen geschmückten Säulenhalses an den ionischen Zwillingsstützen der Oberstoa. Von dieser echt attischen Formation sagt Böttticher[32]), dafs sie nur einmal, am Erechtheion, vorgefunden sei. Die Attalos-Stoa liefert das zweite Beispiel. Ihre Capitelle sind, wie die Einführung doppelter Voluten und die elegante Formenbehandlung der Palmetten etc. lehren, sichtlich nach jenen vielbewunderten Vorbildern angefertigt worden; doch kann von Kopieen nicht die Rede sein, da die geflochtenen Toren über dem Echinuskyma, sowie die Anthemien in den Ecken fehlen, auch die eleganten Astragale durch schlichte Rundstäbe ersetzt sind.

Aus der sichtlichen Verwandtschaft beider Capitellarten den Schlufs zu ziehen, dafs der Architekt der Attalos-Stoa ein Bürger von Athen gewesen ist, dürfte unstatthaft sein, da erstlich in jener Zeit schon die Thatsache feststeht, dafs fremde Architekten (u. A. der Römer Cossutius) im Dienste philhellenischer Fürsten beschäftigt gewesen sind, und da zweitens solche nicht einheimische Künstler gerade den besonderen Wunsch und die Neigung haben konnten, die hochvollendeten Details an dem berühmtesten Heiligthume der Stadtgöttin für ihre Neuschöpfungen zu verwerthen.

Eine besondere Hervorhebung verdient dagegen die Thatsache, dafs an diesem späthellenistischen Bau keine Spur des Bogen- beziehungsweise Gewölbebaues sichtbar ist, ungeachtet die attalischen Fürsten an verschiedenen Orten Kleinasiens (Pergamon, Adalia, Sardes, Pessinunt) gut datirbare Bauwerke hinterlassen haben, welche die sicherste Handhabung derartiger Structursysteme bekunden. Weshalb diese so rationellen und vielversprechenden Neuerungen, die dem Orient entstammend die ganze Welt erobern sollten, hier ausgeschlossen wurden, ist schwer zu entscheiden. Am wahrscheinlichsten bleibt die Annahme, dafs Attalos selbst, der wegen der engen und langjährigen Beziehungen des pergamenischen Königshauses zur Insel Aegina, die Stadt Athen und ihre Baudenkmäler sicherlich aus eigener Anschauung kannte, den Wunsch ausgesprochen hat, in herkömmlicher streng hellenischer Weise das Werk ausgeführt zu sehen, womit er Stadt und Volk beschenkte. Hieran darf dann die Vermuthung geknüpft werden, dafs auch der von seinem älteren Bruder Eumenes unternommene Stoënbau in der Nähe des Theaters, welchen Vitruv erwähnt,[33]) in gleicher Weise den horizontalen Steindeckenbau besessen haben wird, wie die Attalos-Stoa. Da beide Bauwerke auch darin übereinstimmen, dafs sie ihrem Programme nach reine Nutzbauten gewesen sind, darf man im Hinblicke auf die plastischen Stiftungen Attalos I auf der Burg, die oft gepriesene Wohlthätigkeit aller drei Fürsten so charakterisiren: dafs der erste Attalos der Burg zu vielem Schönen ein neues Schönes, jeder der beiden Söhne dagegen der Stadt zu vielem Zweckmäfsigen ein neues Nützliches fügte. Da nun der gröfste Theil des öffentlichen Lebens damals entweder auf dem Markte oder im Theater verlief, so zeigt sich, wie richtig und angemessen beide Brüder den Wünschen und Bedürfnissen des athenischen Volkes entgegengekommen sind mit der Erbauung der prachtvollen Stoën, die ihren Namen zu verewigen bestimmt waren.

Durch die bisherigen Erörterungen ist der Versuch gemacht worden, ein untergegangenes und fast verschollenes Denkmal der hellenischen Architektur für die Kunstwissenschaft durch Zeichnung und Beschreibung mit angenäherter Sicherheit wiederzugewinnen. Es erübrigt nun der Nachweis, dafs dieses hochalte Werk auf noch älteren Resten der athenischen Baukunst steht, welche bei seiner Erbauung theils abgetragen, theils überbaut wurden, um den stattlichen Neubau in voller Länge zu ermöglichen.

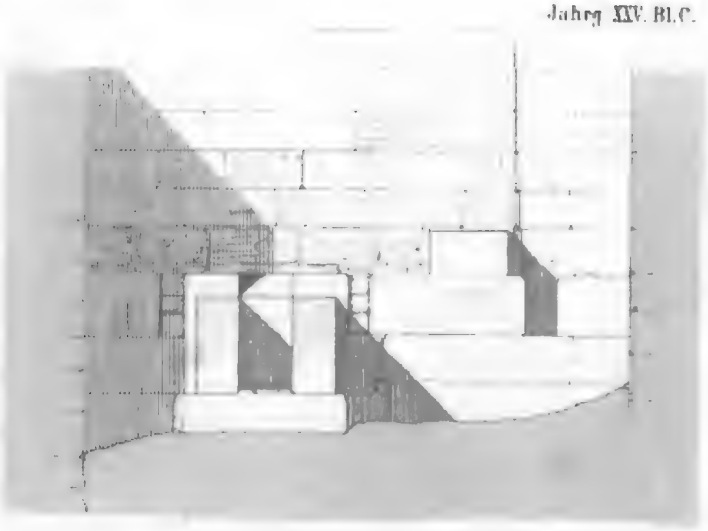
Zunächst ist an die schon oben hervorgehobene Thatsache zu erinnern, dafs der Architekt des Attalos zur Herstellung seines über 118 m [34]) langen Bauplanums sich veranlafst gesehen hat, an der Südseite in das vom Abhange der Akropolis her abfallende Terrain einige Meter tief einzuschneiden, an der Nordseite dagegen eine künstliche Höhenlage über dem vorhandenen Terrain durch Aufschüttung zu gewinnen. Genaue Höhenmaafse kann ich in Ermangelung eines Nivellements nicht angeben, aber ungefähr wird das Einschnittsmaafs der Südseite dem Aufhöhungsmaafse der Nordseite entsprochen, rund 4 m betragen haben. Die Durchführung dieser sehr rationellen Terrainbenutzung erheischte den Bau besonderer Substructionen; an der Südseite den einer Futtermauer, stark genug, dem Erddrucke zu widerstehen; an der Nordseite und Nordhälfte der Ostseite den einer Unterbaumauer, hoch genug, um die Ausgleichung mit dem erstrebten Niveau des Agora-Planums zu ermöglichen. Vortrefflich sieht man die letztere Anlage in einem jetzt durch Brand verwüsteten und zum Abbruch bestimmten Privathause, ferner im Hofe des Nebenhauses daselbst und auf dem Terrain hinter der Nordostecke der Stoa. Eine angenäherte Vorstellung gewährt der oben mitgetheilte erste Holzschnitt. Ueberall ist die Substruction mit grofser Sorgfalt aus mittelgrofsen, wetterbeständigen Porosquadern mit schwach abgestufter Dossirung erbaut worden. Die Quaderhöhe schwankt zwischen $0{,}_{93}$ bis $0{,}_{94}$ m, ihre technische Behandlung mit stehen gebliebenen Mittelbuckeln erinnert an die Wandquadern der Propyläen und lehrt, dafs sie wie jene mit der Zange versetzt sind; die saubere Scharirung ihrer Aufsenseite spricht

32) Böttticher, Tektonik. II. Aufl. I. 126.

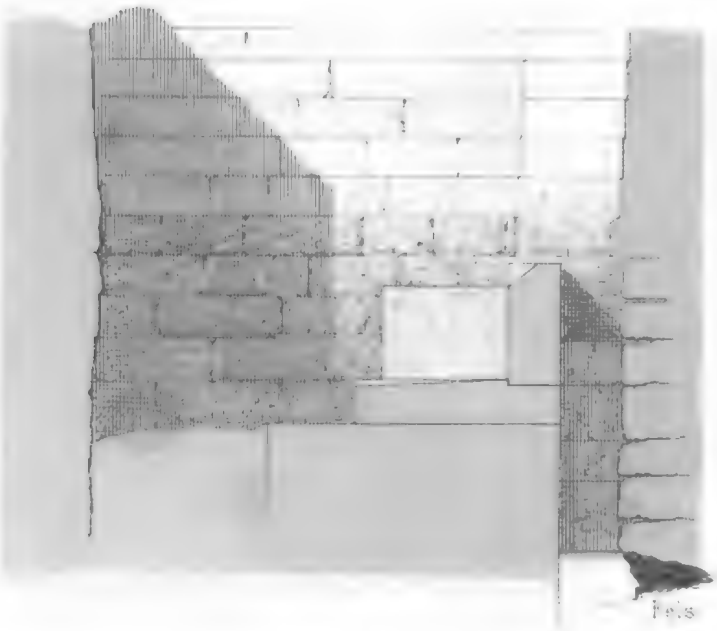
33) Vitruv lib. V, c. 9, 1.

34) Dieses Maafs stellt die Länge des Hauptbaues nebst den Breitenmaafsen des Treppenhauses an der Südseite und des terrassenartig vortretenden Ausbaues an der Nordseite dar.

by Google



SCHNITT nach C-D



SCHNITT nach E-F.

n ATHEN.

Digitized by Google

dafür, dafs sie stets sichtbar bleiben, also einen monumentalen Unterbau formiren sollten.

Diese Unterbauten am Nordende haben nun ältere Bauanlagen, welche der Erbauung der Stoa im Wege standen, theils beseitigt, theils absorbirt.

Wie viele dies Schicksal betroffen und wie weit die Ueberbauung sich erstreckt hat, läfst sich bei dem jetzigen Stande der Ausgrabung nicht beurtheilen. Deutlich erkennbar ist aber das Faktum in der dritten Zelle von Norden her gerechnet, sowie in dem östlich anstofsenden Terrain. Unter dem Fufsboden des genannten Gemaches steht eine Bauanlage, welche durch ihre Tiefstellung, Orientirung und eigenartige Formation eine genauere Kenntnifsnahme verdient, als sie bisher gefunden hat. Auf Blatt C (im Text) habe ich eine Darstellung des Grundrisses und dreier Schnitte nach meinen im April dieses Jahres gemachten Messungen vereinigt.

Der Schnitt nach der Linie $A-B$ läfst zuoberst die nur theilweis erhaltenen marmornen Antepagmente der Thür erkennen, welche von der Stoa aus in das dritte Gemach führte. Die marmorne Thürschwelle ist nach innen zu abgebrochen, so dafs ihre ursprüngliche Form und Gröfse nicht mehr erkennbar ist. Auch fehlt es an sicheren Spuren zur Beurtheilung der Construction, welche ehemals den Fufsboden in der Cella unterstützte. Es ist möglich, dafs man bei dem Stoënbau den ganzen Innenraum zwischen den Fundamentumfassungsmauern mit Ausnahme der Südwestecke mit Schutt und Erde gefüllt, dann abgerammt und die Beplattung darauf gelegt hat; es ist aber wahrscheinlicher, dafs der Schwellstein wie eine Balkonplatte über den unten belegenen Bauresten vorgestreckt und nur mit einem Gitter brustwehrartig umgeben worden ist, um vor dem Hinabstürzen zu sichern und doch das Wasser zu erreichen. In jedem Falle blieb die Südwestecke frei, weil sie zugänglich bleiben mufste. Unter ihr befand sich nämlich eine Quelle, welche trotz mäfsiger Wasserfülle und ungeachtet des etwas brackigen Geschmacks für die Unterstadt von Wichtigkeit sein mufste, so lange es an besserem und reichlicherem Leitungswasser fehlte.

Am 22. April c. a. lag der Wasserstand $6{,}_{40}{}^{m}$ unter der Schwellenoberkante des Gemachs, d. i. $5{,}_{25}{}^{m}$ unter dem Planum der Agora dicht vor der Stoa. Wichtiger als diese immerhin bemerkenswerthe Tieflage ist der doppelte Umstand, dafs die Quelle aus dem geschichteten Felsen zu Tage tritt und ihr Wasserstand, nach Aussage des hier seit einigen Jahren angesiedelten Invaliden, nur mäfsigen Schwankungen unterworfen ist. Natürlich ist bei der jetzigen Offenlage ein reichlicher atmosphärischer Niederschlag im Herbste und Frühjahre auf die Höhe des Wasserstandes von Einfluls, aber die Erfahrung, dafs die Quelle auch in trockenen Jahren nie versiecht ist, spricht für die Dauerhaftigkeit ihrer wasserzuführenden Schichten.

Unten wird der Quellplatz von Mauern umzogen, die ein angenähertes Quadrat von ca. 4^{m} Seite bilden und aus horizontal geschichteten Piräusquadern dunkelbrauner Färbung hergestellt sind. Die Mauern sind an den einzelnen Seiten verschieden hoch erhalten; am wenigsten steht an der Ostseite; 8 Schichten finden sich an der Südmauer, 14 an der Nordmauer und 15 an der Westmauer. Das Material, die Technik, der Maafsstab, sowie die wuchtige Zusammenfügung unterscheiden diesen Bau in sicherer Weise von den bei dem Bau der Stoa erbauten Fundamentmauern. Unzweifelhaft ist der Piräusquaderbau mit seiner derben, fast ungeschlachten Behandlungsweise älter, von dem Architekten des Attalos vorgefunden und theilweise benutzt worden. In der Westmauer sind die Spuren einer verschliefsbaren Pforte sichtbar. Hier sieht man nämlich (vergl. den Schnitt nach $A-B$), dafs die 11. Schicht unter der oberen Thürschwelle einst als Schwelle liegen geblieben und auf ihr durch vertikale Emporführung von 7 Schichten die rohe Laibung einer Oeffnung formirt worden ist, zu der eine Thür gehörte. Das untere Pfannenloch ist wegen der Ueberbauung unsichtbar, das obere befindet sich in dem vorgestreckten Steine, welcher der 8. Schicht angehört. Ueber ihm folgten noch weitere Schichten, von denen aber nur noch eine erhalten ist. Alle Obertheile sind ebenso wie die südlich belegene linke Thürlaibung bei dem Bau der Stoa beseitigt worden. Die Thür ist an der Innenseite $2{,}_{40}{}^{m}$ hoch und ca. $1{,}_{20}{}^{m}$ breit gewesen; ob sie einen Anschlag besafs, läfst sich wegen des Anschlusses der Attalosbau-Quadern nicht sicher constatiren, darf aber als sehr wahrscheinlich vorausgesetzt werden.

Die Erwägung dieser Thatsachen führt zu dem Resultat, dafs der kleine, so schlicht und derb formirte Hochbau nur der Sicherung und Benutzung des Wassers halber als eine Brunnenstube über der Quelle angelegt und von Westen her zugänglich war. Schwieriger ist die Beantwortung der Frage, ob die starken Mauern, deren Dicke oben zwischen $1{,}_{40}$ und $1{,}_{70}{}^{m}$ schwankt und in Folge einer sehr ungleichen Abtreppung nach unten hin zunimmt, ihre Stärke empfangen haben, um die Wasserverdunstung möglichst zu verhindern, oder ob sie als thurmartiger Bautheil zu einer alten Befestigung der Unterstadt gehörten. Ohne eine neue Ausgrabung ist eine Entscheidung nicht möglich, aber die Wichtigkeit einer solchen Untersuchung erhellt ohne Weiteres. Auch läfst sie sich ohne grofsen Aufwand durchführen, wenn man von dem Brunnenhause aus nach Süden, Westen und Norden hin das Terrain bis zu den nothwendigen Tiefen durchgräbt, um zu constatiren, ob und wo weitere Anschlüsse in Piräusquadern vorhanden sind oder nicht. Wegen des Einganges von Westen her, glaube ich aber die Vermuthung, dafs die Brunnenstube Theil einer älteren Befestigung gewesen sei, von vornherein ablehnen zu müssen.

Indessen ist der Brunnenstubenbau nicht das älteste, was an formirter Architektur hier vorhanden ist. Noch tiefer steht, auf wenige Fragmente reducirt, eine Bauanlage, welche in schräger Richtung den quadratischen Grundraum durchschneidet und zu der Zeit, als man die Brunnenstube baute, aufgegeben und theilweis beseitigt worden ist. Den Kern bildet eine schräg geführte Mauer, welche, das Quellbassin mit ihrer Rückseite streifend, früher in südöstlicher Richtung noch weiter fort gegangen ist, wie zwei jenseits der $1{,}_{70}{}^{m}$ dicken Ostmauer belegene und im alten Lager ruhende Quadern in unzweideutiger Weise erkennen lassen. Rechtwinkelig zur Mauerflucht erhebt sich, einem bevorzugten Mittelbau vergleichbar, eine kleine, aus wenigen Steinen construirte Bauanlage, welche am besten auf Blatt C, durch Vergleichung des Grundrisses mit den beiden Schnitten nach $C-D$ und $E-F$ erkannt wird.

Auf einem aus grofsen, aber derb zugehauenen Tuffblöcken construirten Unterbau erheben sich vier aus dunkel-

Digitized by Google

grauem, sehr feinkörnigem Poroskalksteine mit grofser Sorgfalt behauene Quadersteine verschiedener Gröfse. Der unterste, $0{,}33^m$ hoch, der stylobatartig die drei andern trägt, zeigt sich sofort durch die Emporhebung zweier stabartiger Ränder neben einer flach gehöhlten und nach vorn hin mit sanftem Gefälle gearbeiteten Mittelrinne als Ablaufstein für eine von oben herabkommende Flüssigkeit. Dem entsprechend besitzt der $1{,}43^m$ lange und $0{,}39^m$ dicke, plattenförmig aufgerichtete Quaderstein, der die Hinterwand bildet, genau in seiner Mitte eine $0{,}46^m$ breite Abschrägung, um das entweder hier oder in noch gröfserer Höhe heraustretende Wasser sanft abfliefsen zu lassen. Zur noch schärferen Bezeichnung dieses Zweckes sind zwei gleich grofse Quadern neben der unteren Ablaufrinne seitlich, rechts und links, so aufgestellt worden, dafs sie mit ihrer glatten Oberfläche den Hinterwandstein genau in der Höhe erreichen, wo seine mittlere Abschrägung nach unten hin endigt. Dafs hierdurch eine schmale Gasse im Zusammenhang mit dem hinteren Ablaufstein gebildet worden soll, läfst die Breite der Seitensteine erkennen; sie ist identisch mit der Breite der Abschrägung im Hinterwandsteine, nämlich $= 0{,}46^m$.

Aufser den beschriebenen streng geometrischen Formen findet sich weder eine andere Gestaltung noch Kunstform an diesem Mitteltheile. Eine gleiche Einfachheit kennzeichnet die rechts und links belegene, leider durch Fortschleppung vieler Quadern bis auf wenige Fragmente zusammengeschmolzene Längsmauer. Das Wichtigste an ihr sind zwei Quadern von ungleicher Gröfse und in verschiedenen Höhen, aber im alten Lager ruhend, welche nach Material, Technik und fluchtrechter Lage völlig übereinstimmen. Die kleinere liegt rechts vom Mittelbau und sehr nahe demselben; die gröfsere befindet sich jenseits der Ostmauer der Quellstube. Auf der Grundrifszeichnung sind beide mit den Worten: „Quader mit Rand“ bezeichnet worden. Beide zeigen nach der Wasserseite hin eine besondere Bearbeitung durch Herstellung eines sauber scharirten Randbeschlages von $0{,}073^m$ Breite, sowohl an der linken Seite wie oben und unten, während der Mittelheil in einer mäfsigen Weise buckelförmig erhoben, rauh zugehauen ist. Da ferner beide Quadern trefflich geglättete Stofs- und Lagerflächen besitzen, während ihre inneren Seiten nachlässiger behandelt sind, so ist es sicher, dafs vor ihnen noch eine zweite Schicht lag und folglich die ganze Mauer einst dicker, $1{,}05 - 1{,}08^m$ stark war. Dieses Maafs wird überdies durch die Breite der darunter liegenden Quaderschichten, die, weil sie den Unterbau bildeten, keinen Randbeschlag empfangen haben, genügend gestützt. Die geringe Stärke von $1{,}06^m$ belehrt uns sofort, dafs die schräge Mauer weder Futter- noch Befestigungs-Mauer jemals gewesen ist; ebenso folgt aus der Existenz jener Ränder, dafs dieselbe eine gut bearbeitete Hinterseite am Quellbassin hatte, folglich auch an der Rückseite gesehen werden sollte.

Auffallenderweise besitzt nun diejenige untere Quaderschicht, welche die randbeschlagene Quader zur rechten Hand trägt und in gleicher Höhe mit dem Mittelbaue endigt, keinen dichten Stofsfugenschlufs, sondern Abstände, zweimal von $0{,}15 - 0{,}16^m$ Breite, die jetzt mit losen Steinbrocken ausgesetzt sind, einmal von $0{,}25^m$ Breite an der rechten Seite. Welchem praktischen Zwecke diese schmalen schlitzartigen Oeffnungen gedient haben, weifs ich um so weniger zu sagen, als dem Anscheine nach eine spätere Verrückung nicht stattgefunden hat.

Kaum bedarf es nach dieser eingehenden Analyse des Baues noch der Frage, was war die ganze, alle Kriterien eines hohen Alterthumes tragende Bauanlage?

Ganz sicher sind zwei Momente; der Bau hing mit der Quelle zusammen und hatte, wie die Abflufsrinne, die engen Seitenwangensteine und die Abschrägung in der Hinterwand lehren, seine Front nach der vorderen nordöstlichen, d. h. der Quelle entgegengesetzten Seite. Sodann lehrt die Structur, dafs die Quelle früher höher mündete, als jetzt, sei es, dafs ihr Wasserzufluls durch Abschneidung von Hauptadern oder in Folge geringerer Absorptionsfähigkeit der höher gelegenen Terrainschichten nach eingetretener Bebauung sich stark vermindert hat, ohne doch je völlig zu versiechen. Ein allmäliges Herabsinken von Quellspiegeln ist an vielen Punkten beobachtet, namentlich bei Quellen, die nicht aus grofser Tiefe kommen. Es ist auch nicht unmöglich, dafs der anstehende Felsen einst $1 - 2^m$ höher aufragte, also so hoch war, dafs das Mundloch der Quelle auf der hinteren Abschrägung ruhen konnte, dafs er aber später wegen starker Verwitterung bei der Fundamentirung der Brunnenstube bis auf gröfsere Tiefen hin abgebrochen werden mufste, um ein festes Auflager zu gewinnen. Dabei deuten die schmale Rinnengasse und die hohen Seitenwangensteine in bezeichnender Weise darauf hin, dafs das köstliche Nafs hier nicht in verschwenderischer Fülle sprudelte, sondern mit einer gewissen ängstlichen Vorsicht behütet wurde, um so wenig als möglich bei der Benutzung zu verlieren.

Ist aber die Erklärung als Krene richtig, so ist auch die Annahme gestattet, dafs der Zugang zu ihr in leichter und bequemer Weise vermittelt sein mufste und dafs daher die Reste der vor dem Quellbaue noch sichtbaren Pflasterung zu einem nordostwärts belegenen Vorplatze (Peribolus) an einer Strafse gehört haben, deren Hauptrichtung der Richtung der Hintermauer parallel lag. Die Mittelaxe des Krene-Baues (allerdings nur mit einem Taschencompafs bestimmt) hat eine Orientirung von 28° Nordost; die Mauerflucht selbst nahezu 118°. Da die letztere Richtung nach Curtius Karten Blatt 3 die Richtung der Strafse nach Eleusis ist, so ist die Möglichkeit vorhanden, dafs in der Strafse vor der Krene eine sehr alte Strafsenrichtung, welche der Strafse nach Eleusis parallel lief oder gar mit ihr zusammenfiel, überliefert ist.

Zu dieser Beobachtung gesellt sich noch in bestätigender Weise die doppelte Angabe bei Stuart, dafs die Frontsäulen an der Pyle der Agora auf 28° 20′ Nordost und die entsprechenden an dem Hadrians-Gymnasium ebenfalls auf 28° 20′ (östlich von Norden) orientirt sind.[35]) Daher liegen die Hauptaxen beider Bauanlagen parallel und auf 118° 20′, also genau ebenso, wie ich in Athen die alte Mauerflucht unter der Stoa bestimmt habe. Diese Uebereinstimmung kann unmöglich Zufall sein. Man wird daher annehmen dürfen, dafs die heilige Strafse nach Eleusis parallel zu der Krenemauer und in einiger Entfernung von ihr vorbeigegangen ist und dafs diese feststehende Richtung wieder die Veranlassung gewesen ist, um zuerst die römische Marktstrafse mit ihrer Pyle parallel zu ordnen und zuletzt

35) Stuart. Deutsche Ausg. I, 47 und 174.

den Hadriansbau in paralleler Richtung unmittelbar daneben gleich einem architektonischen Axenpunkte aufzustellen.

Von entscheidender Wichtigkeit wäre es, wenn die Axe eines der beiden Stadtthore, die in Folge der neuesten Ausgrabungen an der Nordwestseite zu Tage getreten sind, in die Verlängerung der alten Strafse fiele. Bis auf einen gewissen Differenzwerth scheint das zuzutreffen. Da ich leider nicht Zeit gehabt habe, eine eigene Aufmessung der höchst interessanten aber nicht leicht analysirbaren Mauerzüge vorzunehmen, so lege ich den Plan, welchen Papadakis in der *ΠΡΑΚΤΙΚΑ* von 1873 mit gewohnter Sorgfalt veröffentlicht hat, zum Grunde und sehe, dafs das gröfsere nördliche Thor (in welchem ich aus mehrfachen Gründen das Dipylon erkenne) in seiner Axe auf ca. 135°, das kleinere südliche vorgeschobene auf ca. 115° 30′ orientirt ist. Das Letztere differirt daher in seiner Richtung nur um 2° 60′ bezw. um 3° von der oben betonten Orientirung der Strafse nach Eleusis. Ob nun die alte Strafse jenes Thor wirklich berührt oder durchschnitten hat, mufs weiterer Forschung an Ort und Stelle überlassen bleiben. Wäre dieser Nachweis möglich, so würde Plutarch's Unterscheidung des „heiligen Thores" vom Dipylon bestätigt werden[36]) und die weitere Annahme gestattet sein, dafs Pausanias weder durch das piräische Thor, noch durch das Dipylon, sondern durch das altehrwürdige „heilige Thor" eingetreten ist, welches dem Dipylon sehr nahe lag.

In jedem Falle bleibt die Blofslegung einer Krene-Anlage in solcher Tiefe ein wichtiges Fundergebnifs für die Unterstadt Athen. Die gewonnene Erkenntnifs selbst hat einen doppelten Werth. Erstlich deshalb, dafs an der Nordostecke des Kerameikos eine zweimalige Terrainerhöhung nachweisbar ist. Das Planum der hochalten Strafse lag $-4{,}_{60}$ m tief und wurde bei dem Bau der Brunnenstube erst auf $-2{,}_{70}$ m, dann bei dem Bau der Attalos-Stoa auf ± 0 erhoben, wenn in dieser Skala die Haupthorizontale durch das Agoraplanum dicht vor den drei Stoastufen gelegt wird. Zweitens deshalb, weil eine aus anstehendem Felsen hervortretende Quelle von der ältesten Zeit bis zur Gegenwart trotz aller Terrainveränderungen baulich conservirt worden ist.

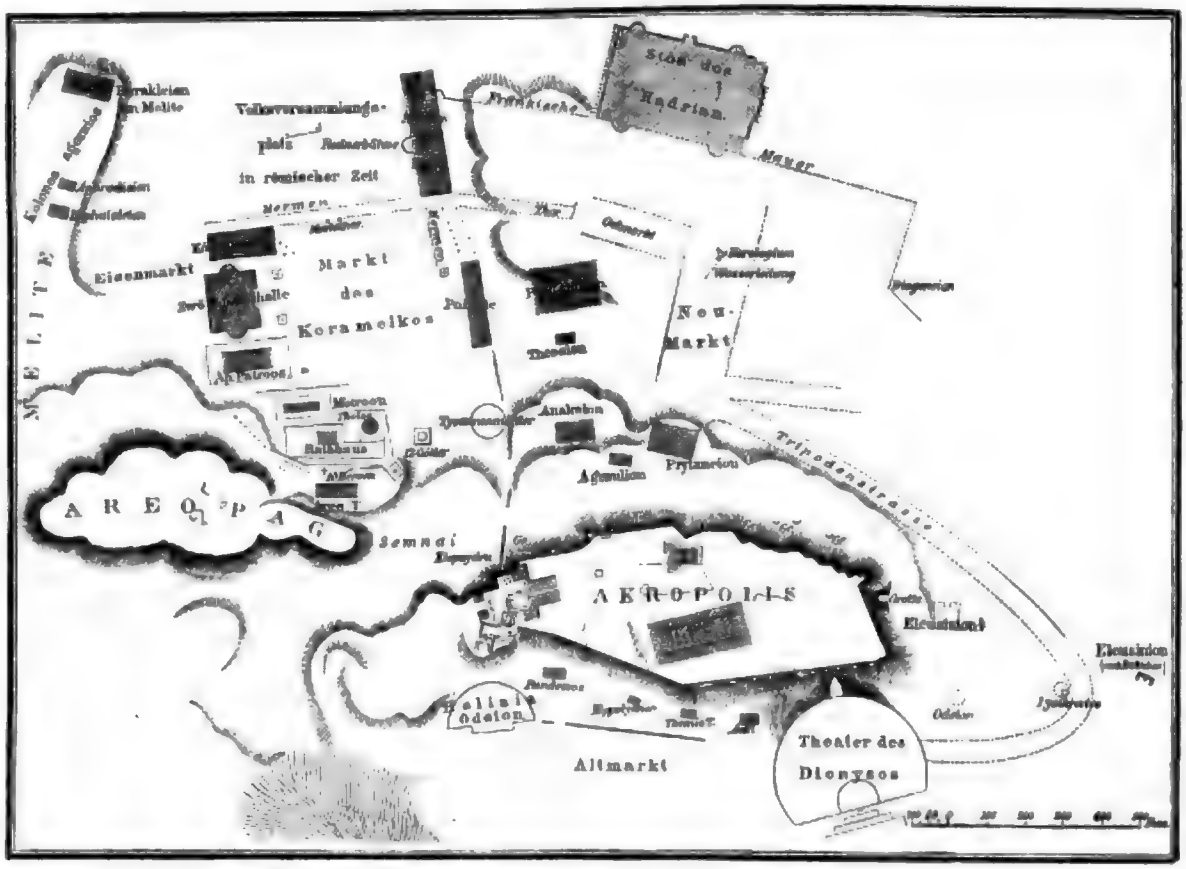
So wichtig für die Baugeschichte der Stadt Athen es wäre, so läfst sich doch eine gesicherte chronologische Bestimmung für die alten Reste unter der Attalos-Stoa nicht geben. Aber die nahe liegende Vermuthung darf gewagt werden, dafs der Bau der in derber und ökonomischer Weise aus Piräusquadern hergestellten Brunnenstube der themistokleischen Epoche gleich nach der Rückkehr von Salamis angehört, also einer Zeit, wo es vor allem darauf ankam, bei nothdürftig geretteter Existenz das Wichtigste in der Heimath, die Quellen und Leitungen zuerst wieder in Stand zu setzen oder zu sichern. Gerade damals mufsten auch colossale Planirungsarbeiten vorgenommen werden, da der ganze Brandschutt aus der persischen Invasion entweder weithin zu entfernen oder in nächster Nähe auf die tieferen Terrains zu vertheilen war. Daher stammt wohl die erste Terrainerhöhung von $1{,}_{20}$ m aus dieser Zeit. Weil aber jene Anschüttungsarbeiten die Existenz der Quelle bedrohten, wurde dieselbe möglichst rasch durch ein billig hergestelltes und einfaches Brunnenhaus überbaut, welches mit Rücksicht auf den Marktverkehr seinen Eingang an der Marktseite erhielt. In einer solchen Zeit der allgemeinen Hast und Ueberstürzung (von der ja Athen's Strafsen noch spät Zeugnifs ablegten) konnte auch am füglichsten die alte Krene nebst ihrem Peribolus aufgegeben werden, wie es sicher geschehen sein mufs, da des Attalos Architekt keine Schwierigkeit gefunden hat, seine nördliche Terrassenmauer um 11 m vor die Krenemauer vorzuschieben. Die Datirung der Krene selbst ist für jetzt unmöglich; sie kann den letzten Zeiten der Tyrannis angehören, kann aber auch viel älter sein.

Demnächst verdient die lokale Stellung der Attalos-Stoa zu einigen benachbarten Bauwerken der Unterstadt eine etwas eingehendere Erörterung. Dabei diene der umstehende Holzschnitt, welcher dem Curtius'schen Werke: Sieben Karten zur Topographie Athen's, entlehnt worden ist, zur näheren Veranschaulichung. Auf demselben ist von dem Herrn Verfasser der Versuch gemacht worden, innerhalb der gesicherten Natur- wie Denkmalplätze die zahlreichen Bauanlagen am Kerameikos an der Hand des Periegeten Pausanias restaurativ zu ordnen. Für die Richtigkeit dieses Restaurationsversuches kann ich im Einzelnen nicht einstehen, im Gegentheil, ich werde weiter unten den Nachweis führen, dafs ein unweit der Agora belegenes und von Pausanias erwähntes Bauwerk, das sogenannte Ptolemaion nicht da gestanden haben kann, wo es Curtius ansetzt; aber bezüglich der generellen Disposition eines gewissen und nicht kleinen Theils der Bauanlagen darf ich mich zustimmend äufsern.

Die Agora bildete, wie der Holzschnitt annäherungsweise darstellt, ein mittelbreites aber sehr langes Oblong in der Richtung von Süden nach Norden. Die kurze Südseite hatte die Natur in dem niedrigen Sattel zwischen den beiden Felshöhen Akropolis und Areopagos gegeben. Die nördliche, in die Unterstadt verfliefsende und deshalb früher ganz unbestimmbare Begrenzung ist jetzt durch die Nordquerwand der Attalos-Stoa an der einen Ecke (Nordost) fixirt worden. Wenn man die grofse Länge der hinten durchweg geschlossenen Stoa berücksichtigt und die Hauptbedingung jeder zweckmäfsigen Marktsituation: möglichst viel Communication nach den Seiten hin, erwägt, so wird man zu der Annahme gedrängt, dafs sowohl an der Nord- wie Südseite der Stoa Strafsen vorbeigehen mufsten. Und zwar unmittelbar nördlich von der Stoa eine Hauptstrafse, welche von Westen her, von dem tief belegenen Dipylon heraufkommend, die nördliche Marktseite streifte und nach Osten auf das Hadrians-Gymnasium losging. Für diese Annahme spricht zunächst die Existenz jener hochalten, oben näher besprochenen Strafse unter dem Nordende der Stoa, welche höchst wahrscheinlich die in die Stadt geführte Fortsetzung der Strafse nach Eleusis war. Sodann die doppelte Thatsache, 1) dafs der Peribolus des Hadriansbaues mit seiner Front nach Nordwesten d. h. nach dem Dipylon gerichtet ist, und 2) dafs die Propyläenanlage in dieser Front der Axe der Eleusis-Strafse parallel steht. Gewifs hatte der ebenso ruhmsüchtige wie bauerfahrene Herrscher diesen hervorragenden Standplatz mit weiser Vorausberechnung der späteren Totalwirkung für seine neue Schöpfung gewählt, da er hier im Nordwesten der Stadt nicht wie

36) Wachsmuth l. c 192; schon früher betont von Leake D. A. 167.

Digitized by Google



an der Südostseite durch heilige Naturmale und einen begonnenen Tempelbau in der Wahl des Bauplatzes gebunden war. Ebenso darf man aus der Axenorientirung des sogenannten Neumarktes oder Oelmarktes mit der Pyle der Agora im Westen und dem Wasseruhrthurm des Andronikus im Osten den sicheren Schluſs ziehen, daſs dieser Neumarkt mit der alten Agora durch eine Straſse verbunden war, welche an der Südseite der Attalos-Stoa (dicht neben der Treppe) beginnend, den hier vorhandenen niedrigen Hügelausläufer überstieg und sehr bald das stattliche, der Athena geweihte Thor erreichte, welches wieder propyläenartig die Front auch dieser Gesammtanlage bezeichnete. Daſs alsdann zwischen den beiden Propyläen eine nordsüdliche Verbindungsstraſse existirt hat, ist eine naheliegende architektonische Voraussetzung, welcher schon Stuart in seinem Situationsplane Ausdruck gegeben hat.

Da nun die Attalos-Stoa einen erheblichen, nämlich den dritten Theil der langen Ostseite der Agora eingenommen hat, so fragt sich, was ihr an der Westseite gegenüber stand? Meiner Ansicht nach das Ptolemaios-Gymnasium, wenn auch nicht direct am Markte, sondern in zweiter Linie hinter den üblichen Hallenbauten. Daſs dasselbe westlich von der Attalos-Stoa und zwar westlich von der südlichen Hälfte derselben gelegen hat, scheint mir dadurch gesichert, daſs eine ganz seltene Fülle von Epheben- und Kosmeten-Inschriften, der Kopf des Juba u. A. hier dicht zusammengedrängt vorgefunden ist,[37]) auch die schon im vorigen Jahrhundert bekannt gewordene Inschrift auf den Ptolemaios von dieser Stelle stammt. Ich erinnere überdies daran, daſs die vorgeschobenen fränkischen Thürme vor der Gemächerflucht der Stoa mit Sicherheit darauf hinweisen, daſs die zu vertheidigende Angriffsfront im Westen lag; daſs also die westliche Marktseite bei Anlage der Befestigung von allen aufrecht stehenden Bautrümmern geklärt werden muſste, um dem etwaigen Angreifer jedes Deckungsmittel oder jeden Einnistungspunkt von vornherein zu entziehen. Nur was sehr tief stand oder sehr dünn und durchsichtig war, wie z. B. die Giganten, durfte geschont werden und wurde, wie die älteste Stadtbeschreibung lehrt, wirklich geschont.[38]) Mochte daher zur Zeit des fränkischen Mauerbaues der Markt aussehen wie er wollte, alles was aufrecht stand, muſste fallen, um ein freies Glacis vor der Mauer und den Thürmen herstellen zu können.

Daher erklärt sich, ganz abgesehen von den Bausteinen, welche die Stoa selbst lieferte, das wüste Chaos von Bautrümmern aller Art (Altarplinthengesimse, Bathronstufen, Statuenbasen, dorische Trommeln und Gebälke), das im Südtheile der Ausgrabung mit vieler Mühe auseinandergeräumt ist oder noch in den Thürmen beziehungsweise in der Erde steckt. Diese Bautrümmer, zum Theil von bedeutender Gröſse und Schwere, können nicht von der Ostseite hinter der Stoa stammen, weil sie entweder über die hohe Hintermauer der Stoa hätten hinweggehoben oder auf einem Umwege durch die Neumarktstraſse nach der Stoafront transportirt werden müssen. Das erste ist unmöglich, das letzte sehr

37) Vgl Köhler im Arch Anz. 1864. 298*; Pervanoglu im Arch. Anz. 1861. 170*; Kumanudes in *Δίαυλος*. 1862. 7 ff.

38) Wachsmuth l. c. 732. Anm. 3).

Digitized by Google

unwahrscheinlich, weil ja die fränkische Ringmauer das damals bewohnte und vertheidigungswerthe Athen schützen sollte. Wer also östlich hinter der Stoa safs, der wurde geborgen, der hütete sich aber, falls er in einer alten Ruine sich häuslich eingerichtet hatte, dieselbe wieder zu räumen. Ebensowenig hatte der Vertheidiger beziehungsweise der Baumeister der Festung ein Interesse, die östlich von der Stoa stehenden Ruinen anzutasten; ihm stand das von den alten Marktbauten herrührende Material westlich von der Stoa viel bequemer zu Gebote; denn alles was hier noch stand, mufste geräumt und rasirt werden. Jedes aus solchem Abbruche hervorgehende Quaderstück brauchte nur über den Markt gewälzt zu werden, um in der aufwachsenden Mauer und ihren Thürmen sofort zu verschwinden. Weil aber so zahllose Gymnasiums-Inschriften und sonstige Bruchstücke vor der Stoa und nicht hinter derselben gefunden worden sind und nur von Westen her dahin versetzt sein können, so mufs das Ptolemaion an der Westseite des Marktes und im engeren Sinne westlich hinter den Gebäuden, welche längs der Nordwestseite desselben standen, seinen Platz gehabt haben.[39]) Daher ist in dem Holzschnitte das Ptolemaion von dem Platze hinter der Stoa Poikile fortzunehmen und nach der Stelle gegenüber der Südhälfte der Attalos-Stoa jenseits der Hermenstrafse zu verlegen, wo hinreichendes und gut belegenes Terrain sich vorfindet.[40]) Diese Verlegung empfiehlt sich überdies durch eine Verbesserung des Unterstadtplanes, die man bisher übersehen hat. Nach dem Restaurationsversuche, den der Holzschnitt darstellt, liegen die drei im Innern der Stadt vorhandenen Gymnasien dreiecksartig so eng beisammen, dafs die Entfernungen der Seiten noch nicht 250 m betragen. Kommt das Ptolemaion dagegen hinter die Nordwestseite der Agora zu stehen, so erfolgt die wünschenswerthe Trennung der drei demselben Zwecke gewidmeten und daher gewifs nicht dicht nebeneinander gestandenen Bauanlagen. Dann erklärt es sich auch leicht, dafs Ptolemaios, der die Vorhand hatte, seinen Bauplatz in der nächsten Nähe der alten Agora, Diogenes[41]) den seinigen in möglichster Nähe des Neumarktes wählte, während Hadrian, beide Rücksichten vereinigend und zugleich die künstlerische Wirkung ins Auge fassend, das Terrain in möglichster Nähe der Eleusisstrafsen-Axe für seinen Prachtbau occupirte.

Dafs die hier vorgeschlagene Ansetzung des Ptolemaion zu weiteren und nicht unwesentlich ändernden Combinationen für die topographische Behandlung der Unterstadt Veranlassung giebt, bedarf keines Beweises. Ich behalte mir eine specielle Erörterung der einschlägigen Fragen bei Gelegenheit der Veröffentlichung einer Arbeit über das Heracleion-Theseion in Melite vor, bei welcher auch die Frage über das Hermes-Gymnasium berührt werden soll.

Um aber zu zeigen, welche Aufschlüsse auch aus der Vergleichung der Terrainhöhen sich gewinnen lassen, wenn gesicherte Ausgangspunkte durch eigene Beobachtung gewonnen worden sind, sei noch eine kurze Schlufsbemerkung gestattet. Nach den barometrischen Höhenmessungen, welche Professor Jul. Schmidt, der allezeit bereite Förderer der Alterthumswissenschaft, mir im April d. J. mit gewohnter Güte gegeben hat, liegt die oberste Stufe der Attalos-Stoa 67,9 m über dem Seespiegel, dagegen die Basis der Gigantenhalle westlich von der Stoa 61,4 m. Die Differenz der Fufsbodenhöhen beider Gebäude beträgt also 5,9 m oder auf die Planumhöhe des Kerameikos bezogen, 4,775 m. Hieraus folgt, dafs das Planum der Agora, welches bei dem Bau der Attalos-Stoa bereits zum zweiten Male regulirt wurde, 4,775 m über dem Fufsboden der Gigantenhalle zu liegen kam. Die Tieflage des letztgenannten Gebäudes ist um so bedeutungsvoller, als sie genau der Tieflage der alten Strafse unter der Attalos-Stoa entspricht. Bis zur Gigantenhalle oder dem Platze, auf welchem dieses Gebäude später errichtet wurde, ist also die Höherlegung des Terrains in der themistokleischen Zeit nicht vorgeschritten, sondern hat an der Westseite der Agora aufgehört, so dafs die hinter den Markthallen belegenen Innenterrains das alte Niveau behaupten konnten, bis sie bebaut wurden. Noch ungünstiger wurde dann die Tieflage dieser Innenterrains nach der zweiten Terrainerhöhung bei dem Bau der Attalos-Stoa, da man wohl annehmen kann, dafs das Marktplanum zwischen der Ostseite und der Westseite im Niveau oder angenäherten Niveau hergestellt wurde. Da nun trotzdem das Pflaster der Gigantenhalle seine Tieflage behauptet hat, so folgt, dafs das merkwürdige Gebäude, dessen geringe Fragmente wir in einem trostlos entstellten Restaurationsbau aus der letzten Epoche der antiken Baukunst vor uns sehen, älter sein mufs, als die Attalos-Stoa, ja dafs dasselbe mindestens bis in den Anfang des dritten Jahrhunderts hinaufreicht. Höchst wahrscheinlich ist der ursprüngliche Bau der Gigantenhalle eine dem Gymnasium des Ptolemaios hinzugefügte Festhalle gewesen, in welcher das Fest Ptolemaia für den König gefeiert wurde, nachdem er Eponym der Stadt geworden war. Daher der eigenartige Grundrifs, der an das ägyptische Prachtzelt des Fürsten erinnert, daher die Schlangenfüfsler selbst, zu deren Ehrenstellung er selbst erhoben war.

Berlin, im November 1874.

F. Adler.

39) Ich weifs sehr wohl, dafs man, durch manche üble Erfahrung belehrt, im Allgemeinen abgeneigt ist, aus dem zufälligen Funde einer Inschrift, die eine Localbezeichnung trägt, eine topographische Fixirung herzuleiten und stimme dem vorsichtigen Vorwärtsschreiten bei der Behandlung topographischer Fragen auf solcher Basis unbedingt zu. Indessen liegt hier die Sache doch anders, da erstlich Massenfunde, einem und demselben Bauwerke entstammend, vorliegen, und zweitens die Art ihrer Verpflanzung durch den Thatbestand des Befestigungsbaues und seiner Eigenthümlichkeiten in bündigster Weise erklärt wird.

40) Wachsmuth l. c. 217 bezweifelt mit Unrecht die Angemessenheit jener an den Abhängen des Theseion belegenen Gegend für Gymnasiumszwecke.

41) Wachsmuth l. c. 631. Anm 3 f. Ich halte Diogenes für den Stifter des Diogeneion; Wachsmuth ist anderer Ansicht.

Digitized by Google

Die Baudenkmale Umbriens.

(Fortsetzung.[1])

IX. Gubbio.

Der Kranz von Städten, welchen die vorangeschickten Abschnitte von Assisi bis Foligno gewidmet waren, lehnt sich, wie wir gesehen haben, innig an die südlichen und westlichen Abhänge des Monte Subasio an, die hier unmittelbar vom Gipfel des Berges in gleichmäfsiger Wölbung bis zur Ebene sich herniedersenken. Es ist die sonnige heitere Seite des eigenthümlich formlosen, doch aber durch seine gewaltig breit dahingestreckte Masse imposanten Gebirgsstocks, welche am Rande der spoletaner Ebene jenen Städten die herrlichste Lage gewährt. Anders gestaltet stellt sich der Berg gegen Osten und Norden dar. Steil und von Schluchten zerklüftet, fällt er hier als ein kahles Felsengebirge ab. Sein Fufs verliert sich in einem Gewirr niedriger bewaldeter Höhenzüge, die nach Osten rasch bis zu dem engen Topino-Thale hinabsteigen, nach Norden aber und mehr noch gegen Nord-Osten auf viele Meilen hinaus bis nahe an Città di Castello hin ein der Wald- und Ackerwirthschaft zugängliches Bergland bilden, gefurcht von zahllosen kleinen Thälern und in der Mitte durchschnitten von dem gewaltsam gewundenen Laufe des am hohen Appennin entspringenden Chiascio. Die Thäler, an welchen im Norden und Osten das soeben kurz geschilderte niedrigere Gebirge seine Grenzen findet, werden die Zielpunkte unserer nächsten Wanderungen sein. Wir vervollständigen hiermit unsere Kenntnifs des nördlichen Umbrien, dem wir bereits in S. Giustino und in Città di Castello einen Besuch abgestattet hatten. Unser Hauptziel ist das wichtige Gubbio. Auf dem Rückwege zu der wohlbekannten mittelumbrischen Ebene bietet sich Gelegenheit, in den kleineren Städten Gualdo Tadino und Nocera Umschau zu halten.

Die in der Richtung nach Ancona bei Foligno sich abzweigende Bahn tritt alsbald in das schmale Thal des Topino ein. Die zuvor weite Landschaft wird durch die von beiden Seiten herantretenden grünen Berggelände zu freundlicher Enge zusammengeschlossen. In dem geräumigen, von weifsen Kalksteingeschieben erfüllten, mit Pappeln und Erlen gesäumten Bette gräbt sich das Flüfschen bald hüben bald drüben die Rinne, in welcher zur Sommerzeit ein klarer grünlicher Wasserfaden hinabeilt. Im Winter mögen wilde, trübe Fluthen über die ganze Breite der Kiessohle rauschen, ja oftmals den niedrigen Uferrand überströmend über die nachbarlichen Felder dahinbrausen.

Jedes Fleckchen der schmalen Thalfläche ist sorgsam ausgenutzt. Wohlgepflegtes Ackerland, klein parzellirt; darauf jene Reihen niedriger Bäume mit dem Gespinst von Rebenranken in den gestutzten Wipfeln. Wo irgend es der Boden gestattete, greift der gleiche Anbau weit hinauf auf die Höhen der Hügel und Berge. Der Charakter der Landschaft ähnelt in Vielem den mitteldeutschen Gebirgsgegenden. Die Vegetation, abgesehen von Oelbaum und Rebe, erscheint wenig südländisch. Nur die hie und da aus dem Grün auftauchenden zerstreut liegenden grauen steinernen Häuser mit ihren flachen schweren Ziegeldächern prägen der Umgebung den echt italienischen Stempel auf. In seltenen Fällen zeigt sich eine kleine Ortschaft. Die Ansiedelungen haben sich ebenso wie die seitlich in einem Nebenthal versteckt liegende Stadt Nocera vorsichtig von der Thalsohle in die kleineren Seitenthäler zurückgezogen. Die Berge, so weit man sie von der Bahn aus überschauen kann, sind nicht von bedeutender Erhebung, mehr gefällig und weich in den Formen, als schroff und steinig. Ueberall, wo der Arbeit des Pfluges und der Hacke ein Ziel gesetzt war, überzieht die Abhänge ein prächtig grüner Eichenschmuck, der sich oft zu Wald verdichtet, oft wieder in lockere, frei entwickelte Baumgruppen sich auflöst. Ein nordisches Auge ergötzt sich an dem malerisch verwickelten, bizarren Geäst des vaterländischen Baumes, der einheimische Bauer dagegen erfreut sich des Gedeihens dieser stattlichen Bäume um der trefflichen Mast willen, die sie seinen borstigen Hausgenossen verheifsen.

Einige Kilometer hinter Nocera nimmt die landschaftliche Scenerie wiederum eine andere grofsartigere Gestalt an. Nachdem die Hügel passirt sind, an welchen der Topino und seine ersten Zuflüsse entspringen, wird bald die Station Gualdo Tadino erreicht. Das Städtchen zeigt sich etwas seitwärts anmuthig hingestreckt auf einem Ausläufer des ostwärts jetzt zu bedeutender Höhe sich erhebenden Gebirges. Die Enge des Waldthales ist verschwunden. Wiederum befindet man sich in einer lachenden breiten Thalmulde, in der aus zahlreichen Bächen der Chiascio seine Gewässer an sich zieht. Der Blick aber gleitet flüchtig über den gewohnten Eindruck des fruchtbaren Flachlandes hinweg und haftet überrascht an den stolzen schönen Bergmassen des hohen Appennin, dessen Hauptkette, die Wasserscheide zwischen den beiden Italien umfassenden Meeren und zugleich die Grenze Umbriens, uns hier ganz nahe rückt. Das mächtige Kalksteingebirge, zuerst von Nocera bis über Gualdo Tadino hinaus von Süden nach Norden gestreckt, wendet sich weiterhin in schwachgekrümmter Bogenlinie fortschreitend nach Nordwesten, und rollt sich so vor den Augen des Beschauers übersichtlich zu einem herrlichen Landschaftsbilde auf. Das Grün des Thales umfafst noch mit Oelbaumpflanzungen und dunklem Eichenwald die unteren Abhänge der Bergcolosse, deren kahle steinige Gipfel röthlich goldbraun in der Sonne schimmern, wo die Gluth des Sommers das spärliche Kraut zwischen den Felstrümmern versengt und ringsum dürre Oede geschaffen hat. Klare blaue Schatten in den Schluchten furchen die ehrwürdigen verwetterten Häupter, welche bis an 1700 Meter die Meeresfläche überragen. Westlich bleibt das Gewirr niedrigerer bewaldeter und wohlbebauter Höhenzüge die Grenze des Thales. Der Anbau ist hier genau derselbe wie in der breiteren, kaum aber schöneren mittelumbrischen Ebene. Der gleiche Sinn für Ordnung drückt sich hier wie dort in den trefflichen Wegen, den sauberen Hecken und der sorgfältigen Zucht der Bäume aus.

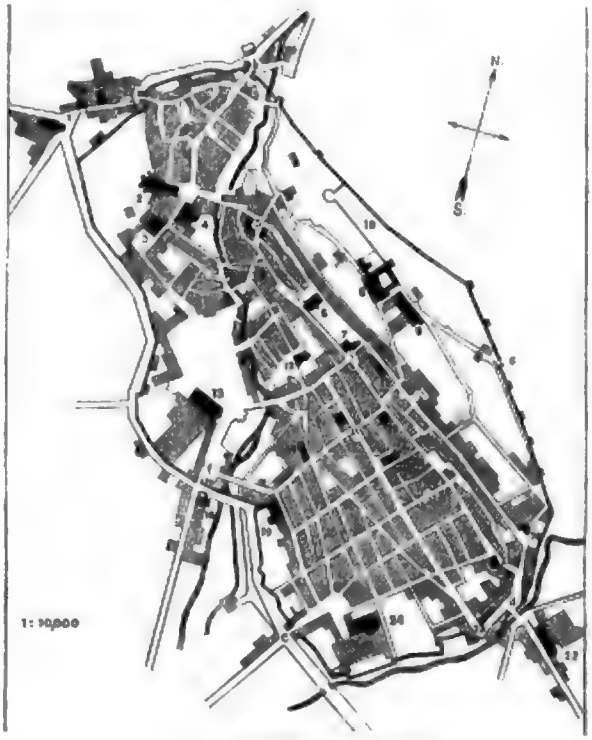
Wir fahren an Gualdo Tadino vorbei, um zuvor Gubbio kennen zu lernen. Vergeblich schauen wir gen Nordwesten nach dem Nebenthale aus, welches dieses unser nächstes Ziel

1) Siehe Jahrg. 1872. S. 35, 271 u. 449; desgl. Jahrg. 1873. S. 37 u. 165 u. fl.

Digitized by Google

bergen soll. Auf der folgenden Eisenbahnstation Fossato nimmt uns ein altmodisches Vetturinegefährt auf und führt uns westwärts den freundlichen Hügeln entgegen, über welche hinaus zunächst der Blick nicht zu schweifen vermag. Bald jedoch gewahrt man, daſs hier der Chiascio eine zwar nur schmale Pforte gebrochen, und damit sich und den Menschen den natürlichen Eintritt geschaffen hat in das anmuthige Thal von Gubbio, welches zu Füſsen einer stattlichen Parallelkette des Hochappennins genau die Richtung von Südost nach Nordwest innehält, eine abgesonderte kleine Ebene drei Kilometer in der Breite, zwanzig in der Länge. Die gut unterhaltene Fahrstraſse zieht sich an dem steil ansteigenden nordöstlichen Thalrand in gerader Richtung gegen Gubbio hin. Nicht lange, und man gewahrt in der Ferne die stolze Stadt des Mittelalters, bewacht von dem hoch aufragenden herrlichen Stadthause, angeschmiegt an den steilen Absturz des ansehnlichen Felsengebirges, welches wie ein Wall gegen Nordosten im Winter die Gewalt der kalten Winde bricht, dagegen die erwärmenden Sonnenstrahlen sammelt und zurückstrahlt, so daſs hier die Landschaft ungeachtet der Nähe des Hochgebirges doch den Vorzug eines milden Klimas genieſst.

Wer ein reizvolleres und malerischeres mittelalterliches Städtebild finden will, als es Gubbio bei der Einfahrt in die untere Stadt durch die Porta Trasimeno vor Augen führt, mag lange in der Welt umhersuchen. Während der Annäherung an die Stadt, so lange wir dem längs der Berge sich erstreckenden Wege folgen muſsten, zeigte sich nur ein schmales Profilbild, in welchem bedeutsam der majestätische Palazzo Pubblico uns zugrüſste. Jetzt fassen wir das Bild in der Front. Wir überblicken das von tief eingerissenen Schluchten in einzelne Kuppen zerspaltene Gebirge. Die Häupter kahl wie die der gröſseren hier nicht sichtbaren Nachbarberge im Norden; bisweilen ein wilder Felsabsturz und lang gezogene Wasserrisse. Tiefer unten ein durchsichtiges Kleid stämmiger Eichen und flimmeriger Oliven; zuletzt, wo die Ebene anschlieſst, das dichte Grün der Gärten. Am Fuſse einer der wie zu einem einzelnen Berge abgelösten Gebirgsmassen, umfaſst von dem Lauf zweier den nächsten Schluchten entströmender Gieſsbäche, baut sich unsere Stadt terrassenförmig bergan. Vor uns breitet sich der groſse nebst einem nicht unbeträchtlichen Theile der Stadt noch der Ebene angehörige Messplatz, il mercato, aus. Daran liegt die Kirche S. Francesco, deren reicher Chorschluſs das von uns zu schildernde Bild zur Linken begrenzt. Die Mitte desselben nimmt das Gewirr der alten Häuser und der flachen Dächer ein, dem sich der schroffe unbebaubare Felsabhang unmittelbar als Hintergrund anschlieſst. In groſsem Bogen umgürtet der Zug der Stadtmauern und Wartthürme die graue Masse der Häuser, hinanklimmend an der jähen Bergwand und in kecken Absätzen wieder zum Thale zurückkehrend. Der Kirchthürme zählt man nur wenige, dagegen manch einen jener trotzigen geschlossenen Thürme, wie sie der mittelalterliche Adel seinem städtischen Wohnsitze beizufügen pflegte. Man erkennt, wie in Gubbio das bürgerliche und weltliche Element dem geistlichen den Rang abgelaufen. Unverwandt aber haftet endlich das Auge an der höchsten Zierde der Stadt, dem Wahrzeichen eines groſsherzigen Bürgersinnes, dem mächtig aufragenden Stadthause. In Mitten der Stadt auf riesigem Terrassenbau hoch über alle Dächer erhaben steigt der zinnengekrönte, vom Alter geschwärzte Palast empor, überragt von dem kühnen Bau eines Campanile. Weit über seine wahren Dimensionen groſs und fast wie in übermüthiger Vermessenheit hinaufgebaut zu schwindelnder Höhe, wacht das prächtige Denkmal mittelalterlicher Thatkraft wie ein Schutzgeist über der Stadt. Man denke sich dieses phantastische Bild überströmt von dem Glanz der Abendsonne, welche die breiten, mit dem Zickzack eines mühsam zum hochgelegenen Kloster ansteigenden Weges gezeichneten Felswände und die runden Kuppen des Gebirgs mit rosiger Gluth färbt, und man wird begreifen, mit welcher Begeisterung, zugleich mit welcher Begierde des Forschens ein Diener der Baukunst in solch eine Stadt eintritt.



Nr 75. Stadtplan von Gubbio.

1. S. Benedetto.
2. S. Martino
3. Palazzo Pamfili.
4. Palazzo Beni.
5. Municipio vecchio.
6. Palazzo de' Consoli.
7. Palazzo della Pretura.
8. Palazzo Ducale.
9. Duomo S. Ubaldo.
10. Rocca.
11. Casa Camilletti
12. S. Giovanni.
13. S. Francesco.
14. S. Spirito.
15. Casa Accoromboni.
16. Palazzo della Porta.
17. S. Maria de' Servi.
18. Chiesa dello spedalicchio.
19. Casa Balducci.
20. S. Marziale.
21. S. Maria nuova.
22. S. Agostino.
23. S. Trinità.
24. S. Pietro.

Betrachten wir jetzt im Einzelnen die Anlage der Stadt, wie sie durch den Plan in Nr. 75 veranschaulicht wird.

Aus dem malerischen Felsenthale zwischen dem Monte Foggio und dem Monte Ingino bricht ein Bach hervor, dessen von Norden nach Süden gerichteter Lauf die Stadt Gubbio in zwei Theile trennt. Das nördliche Ende der Stadt zunächst der Porta Metauro (*b* in Nr. 75) sperrt die Oeffnung jener Schlucht ab, und nimmt aus derselben neben dem Bache auch die wichtige nach Scheggia und weiterhin nach Urbino

Digitized by Google

und Pesaro führende Bergstrafse auf. So lange der hier in das gubbiner Thal eintretende Bach der Stadt selbst angehört, schmiegt er sich noch dem Fufse des Monte Ingino an, und so bildet er eine scharfe Grenze zwischen dem kleineren bereits flach in der Ebene sich ausbreitenden westlichen Stadttheile und der gröfseren östlichen Hauptmasse der Stadt, welche sich staffelförmig am steilen Südwestabhange des Gebirgs hinaufbaut. Es ist für Gubbio, als eine mittelalterliche Stadt, eine beachtenswerthe Eigenthümlichkeit, dafs gerade da, wo ein bequemes flaches Terrain für eine geregelte Bebauung vollste Freiheit liefs, die Strafsen, Plätze und Gassen das wunderlichste Durcheinander bilden, wohingegen es gerade die Abschüssigkeit des Bodens mit sich brachte, dafs in dem gröfseren Stadttheile eine bessere Ordnung in der Entwickelung des Strafsennetzes zu Tage tritt. Ein regelrechter, zuvor festgestellter Plan lag zweifelsohne dieser Bebauung nicht zu Grunde. Die an der Berglehne angelegten Strafsen bilden theils in mäfsigem Anstieg der Richtung von Nordwest nach Südost folgend die Hauptverkehrsadern der Stadt, theils durchschneiden sie als steilere Querstrafsen senkrecht den Lauf der Hauptstrafsen. Dazwischen giebt es enge, vielfach von den oberen Geschossen der Häuser überbaute Gäfschen sowohl in der einen wie in der anderen Richtung. In den unteren Strecken sind die Steigungsverhältnisse der Querstrafsen meist noch der Art, dafs ein Lastfuhrwerk passiren kann. Weiter hinauf aber und besonders von dem durch Breite und Opulenz hervorragenden Corso aufwärts nimmt die Strafsenneigung so bedeutend zu — in einzelnen Fällen bis zum Verhältnifs von 1 zu 3 —, dafs sie selbst dem Fufsgänger, zumal bei der Glätte des Pflasterungsmaterials, Schwierigkeiten darbietet. Die Anlage bequemerer Treppenwege ist in Gubbio nicht üblich.

In der ursprünglichen Anlage entbehrte Gubbio eines Mittelpunktes, auf welchem sich das öffentliche Leben concentrirte, um welchen herum die hervorragendsten öffentlichen Gebäude, kirchliche wie weltliche, einen würdigen Platz hätten finden können, wie einen solchen sonst fast jede namhaftere italienische Stadt aufzuweisen hat. Der Mercato, jener grofse freie Platz in der unteren Stadt neben der Kirche S. Francesco genügte wohl dem Marktverkehr. Im Uebrigen mag die Bodengestaltung der gleichsam aus sich selbst sich entwickelnden Bildung einer „Piazza“ widerstrebt haben. Es bedurfte eines gewaltig schöpferischen Geistes eines energischen Mannes, der, gestützt auf das stolze Selbstbewufstsein der freien und reichen Bürgerschaft seiner Vaterstadt, selbst vor dem kühnsten Wagnifs nicht zurückschreckte. Dieser Mann fand sich in der ersten Hälfte des 14ten Jahrhunderts in dem Baumeister Gattapone aus Gubbio, dessen genialer Erfindungskraft seine Geburtsstadt die Anlage der Piazza mit dem Palazzo de' Consoli und dem Gerichtsgebäude verdankt. Von dieser grofsartigen Bauunternehmung handeln wir bald ausführlicher.

Im Uebrigen vertheilen sich die zahlreichen kirchlichen Bauwerke, zumeist Gebäude von geringer Bedeutung, gleichmäfsig über die ganze Stadt; einige derselben sind auch dicht vor die Thore gerückt.

Die alte Stadtbefestigung, welche trotz vieler späterer Reparaturbauten jetzt dem allmäligen Verfalle entgegengeht, ist mit ihren Vertheidigungsthürmen noch rings um die Stadt erhalten. Es tragen die grauen Mauern, besonders wo sie auf den jähen Abhängen des Monte Ingino entlang klettern, wesentlich zu dem malerischen Eindruck der Stadt bei, grofses Vertrauen auf ihre einstige Widerstandskraft vermögen sie indessen nicht zu erwecken. Sie scheinen mehr in der Absicht erbaut zu sein, um einen unvorhergesehenen Anprall der Feinde abweisen zu können. Die Lage der Stadt am Fufse eines durchaus dominirenden Berges ist auch die ungünstigste, die sich denken läfst. So begreift es sich leicht, dafs Gubbio, wie die Chroniken berichten, während der mittelalterlichen Fehden und später zu öfteren Malen in die Hände der Angreifer fiel.

Von den sechs Thoren der Stadt, welche noch heutigen Tages dem Verkehr offen stehen, sind jetzt doch nur drei von Belang, nämlich die Porta S. Lucia (*a* in Nr. 75), von der die Strafse nach Città di Castello ihren Ausgang nimmt, ferner die Porta Metauro (*b*), welche der gesammte nach den nördlichen Gebirgsgegenden gehende Verkehr passirt, und endlich als die wichtigste die Porta Trasimeno (*f*). Bei dieser erreicht erstlich die peruginer Landstrafse die Stadt, aufserdem hat aber dieses Thor auch allen Verkehr an sich gezogen, welcher zwischen Gubbio und den Eisenbahnstationen Fossato und Gualdo Taddino stattfindet. Der letztere ging früher zweifelsohne durch die Porta Romano (*d* in Nr. 75). Da aber die Landstrafse nach Gualdo in der letzten Strecke vor diesem Thore eine beträchtliche Steigung zu überwinden hat, so erzwang der nach Eröffnung der Eisenbahn in dieser Richtung besonders lebhaft gewordene Verkehr die Anlage einer bequemeren, in der Ebene fortgeführten Verbindungsstrafse nach der Porta Trasimeno. Als eine ansehnliche, mit Baumreihen bepflanzte Promenade zweigt sich dieselbe in einiger Entfernung vor der Stadt von der alten zur Porta Romana hinaufführenden Landstrafse ab, und erreicht, an dem südlichen Theile der Stadtmauer entlangstreifend, zunächst die unbedeutende Porta Vittoria (*e* in Nr. 75) und weiterhin die Porta Trasimeno. Die Porta S. Ubaldo (*c* in Nr. 75) öffnet sich nur nach der steilen Bergwand des Monte Ingino, zu dessen Gipfel von hier aus ein neu angelegter Weg führt.

Die sonstige Physiognomie Gubbio's werden wir am besten nach und nach bei der Schilderung der öffentlichen Gebäude, so wie des allgemeinen Charakters der Privatarchitektur kennen lernen.

Nur in seltenen Fällen halte ich es für angemessen, den Abhandlungen über die einzelnen umbrischen Städte einen in flüchtigen Umrifslinien gehaltenen Abrifs ihrer eigensten geschichtlichen Schicksale voranzustellen. Denn da ich aus den Quellen selbst die erforderlichen Daten aus begreiflichen Gründen nicht zu schöpfen vermag, so bleibt mir nur eine oberflächliche und damit werthlose auszügliche Darstellung nach solchen Schriften Anderer übrig, deren blofse Namhaftmachung für diejenigen Leser, welche ein besonderes Interesse tiefer einzudringen treibt, genügen wird. Hinsichtlich Gubbio's, glaube ich indessen, wird es rathsam sein, eine Ausnahme zu machen, weil für die Entstehung der beiden wichtigsten Baudenkmale, des Stadthauses und des Palastes der Herzöge von Urbino, die geschichtlichen Wechselfälle vom unmittelbarsten Einfluls waren.

Mein Gewährsmann für die nachstehenden Mittheilungen ist ein Probst Rinaldo Reposati, welcher im Jahre 1772 ein Buch in Bologna erscheinen liefs mit dem wunderlichen Titel:

Della Lecca di Gubbio e delle geste de' conti e duchi di Urbino. In den zwischen seine numismatischen Untersuchungen eingeschobenen geschichtlichen Abschnitten giebt er eine Uebersicht der Entwickelung seiner Vaterstadt bis auf seine Zeit. Er beginnt mit der vorrömischen Epoche, wobei die hochberühmten eugubinischen Tafeln Erwähnung finden, und macht alsdann geltend, dafs Gubbio, im Alterthum Iguvium genannt, durch freiwillige Unterwerfung unter den Willen des republikanischen Roms früher als die Mehrzahl der anderen umbrischen Städte römisches Bürgerrecht erworben habe. Unter den Wirren der späteren römischen Kaiserzeit, und unter der Longobardenherrschaft ging dann die städtische Freiheit verloren und ward erst am Ende des 8ten Jahrhunderts zur Zeit Papst Leo's III wiedergewonnen, worauf sie sechs Jahrhunderte hindurch aufrecht erhalten blieb. Die Oberhoheit der Päpste erkannte zwar Gubbio principiell stets an, und es sind noch in den fast vollständigen Archiven der Stadt kaiserliche Urkunden vorhanden, welche dieses Verhältnifs bestätigen. So von Kaiser Otto aus dem Jahre 962. Die Verwaltung war aber eine selbstständig republikanische, ja zu Zeiten so gänzlich unbeschränkt, dafs 1112 Papst Paschalis II dem Kaiser Heinrich V klagen mufs, Gubbio sammt anderen Städten sei ihm nicht mehr botmäfsig. Zur Zeit Friedrich Rothbart's bestand die Stadt thatsächlich in vollster Freiheit und in hoher Blüthe. Damals war es, dafs der als Ortsheiliger gefeierte S. Ubaldo den bischöflichen Stuhl von Gubbio inne hatte. In den Kriegen zwischen Kaiser und Papst mufste das im Allgemeinen immer gut welfische Gubbio je nach dem Wechsel des Kriegsglücks bald den einen bald den andern als Herrn anerkennen, doch wufsten die städtischen Bevollmächtigten meistens so klug zu unterhandeln, dafs der communalen Selbstständigkeit wenig Abbruch geschah. So zog einst Kaiser Friedrich mit Heeresmacht gegen die Stadt und, da ein bewaffnetes Trotzbieten keinen Erfolg vorhiefs, bot man Unterwerfung an. Durch die gewichtige Fürbitte des Bischofs S. Ubaldo kam es zu einem noch im Original erhaltenen Vertrage, in welchem Gubbio seine Freiheiten und die Herrschaft über fünfzehn umliegende Ortschaften bestätigt erhielt gegen einen direct an den Kaiser oder dessen Legaten zu entrichtenden Tribut von einmal 100 lire di moneta di Lucca und weiteren 60 lire jährlich. Das interessante Document trägt das Datum: VI Idus Novembris Anno 1163. Unter Heinrich VI, Friedrich's Nachfolger, schüttelten die Eugubiner aber auch dieses leichte Joch auf kurze Zeit wieder ab, indem sie die kaiserliche Besatzung vertrieben und die Veste über der Stadt zerstörten. Den Kaiser müssen damals wichtigere Angelegenheiten von einer ernsthaften Züchtigung der kühnen Republikaner abgehalten haben. Denn gegen das abermalige Versprechen eines Jahrestributs von 100 lire di Lucca ohne jede weitere Einschränkung erhielt Gubbio im Jahre 1191 laut eines im Stadtarchive aufbewahrten Diploms die Verzeihung des Kaisers. Andere Urkunden, bald vom Papst bald vom Kaiser ausgefertigt, durch welche Gubbio in gewissem Landbesitz und sonstigen Privilegien bestätigt wird, legen Zeugnifs von dem häufigen Wechsel in dem Oberhoheitsverhältnisse ab, wodurch jedoch die andauernd wachsende Bedeutung der Stadt nicht gelitten zu haben scheint.

Als nach Friedrich's II Tode Gubbio wieder den Päpsten zufiel und eine längere Zeit des Friedens angebahnt schien, begann alsbald die unruhige Kraft der Bevölkerung in inneren Streitigkeiten zwischen dem unteren Volke und dem Adel sich zu äufsern, weil der letztere die Ernennung des Podestà aus seiner Mitte sich angeeignet hatte. 1255 erzwingt ein Volksaufstand die Annahme der Bestimmung, dafs zu Amt und Würden des Podestà nur ein Fremder berufen werden dürfe, und zugleich wird als Beschützer der Rechte des Volkes den Anmaafsungen des Adels gegenüber ebenfalls ein Auswärtiger zum Capitano del popolo ernannt. Es hören indessen die inneren Zwistigkeiten damit nicht auf. Die Partei der Ghibellinen liegt mit den Welfen in beständigem Streit und häufig gesellen sich noch äufsere Fehden hinzu. Die Stadt aber wächst dabei doch stetig an Gröfse und Ansehen bis weit in das 14te Jahrhundert hinein und erreicht augenscheinlich in dem zweiten Viertel desselben unter Gunst friedlicherer Jahre den Gipfelpunkt seiner Bedeutung und den gröfsten Umfang seiner Herrschaft über die umliegende Landschaft. Damals war es, dafs Gubbio sich das imposante Denkmal seiner communalen Gröfse, das Stadthaus nach Gattapone's Entwurf errichtete nebst den Unterbauten der Piazza und dem Palazzo del Pretore. Im Jahre 1332 begann dieser Bau gerade an der Stelle, wo die vier Quartiere S. Martino, S. Giuliano, S. Pietro und S. Andrea zusammentrafen, in welche die Stadt ehemals eingetheilt war. Nach einer am 18. April 1345 vorgenommenen Volkszählung waren innerhalb der von der Ringmauer umfafsten vier Stadtviertel 5146 Familien ansäfsig, wonach sich die Zahl der Einwohner auf 25—30000 schätzen läfst, die muthmafslich höchste Bevölkerungsziffer, welche Gubbio je aufzuweisen hatte.

Nach dieser Zeit der Blüthe folgt rasch der jähe Verfall. Von 1350 an ist Gubbio wieder in wilde innere und äufsere Kriege verwickelt, besonders mit Perugia. Während solcher Wirren übte mehrere Jahre hindurch ein einheimischer Adeliger Giovanni di Cantuccio aus der Familie Gabrielli mit wechselndem Glück eine Art von Tyrannis über seine Vaterstadt aus, bis im Jahre 1354 ein päpstlicher Legat wieder von der Stadt Besitz nahm und die Verhältnisse soweit ordnete, dafs bis gegen 1370 ruhigere Zeiten folgten. Im Jahre 1376 aber entzog sich Gubbio abermals der päpstlichen Gewalt, und damit war dem ehrgeizigen und dabei unter sich schwer verfeindeten Adel Gelegenheit zu neuen Umtrieben und Unruhen gegeben, in welche auch der Bischof Gabriele aus der obengenannten Familie der Gabrielli, eine anmaafsende und ränkesüchtige Persönlichkeit, sich einzumischen wufste, indem er sich den Titel eines päpstlichen Legaten beilegte. So gestalteten sich die städtischen Zustände von Jahr zu Jahr zu immer unhaltbareren, und eine Katastrophe mufste über dieses entnervte Gemeinwesen hereinbrechen. Es war im Jahre 1384, dafs Gubbio um seine städtische Selbstständigkeit im wahrsten Sinne des Wortes betrogen wurde, indem es verrätherischer Weise einem fremden Machthaber, dem Grafen Antonio di Montefeltre e di Urbino in die Hände gespielt ward, um nie wieder frei über seine Geschicke verfügen zu können.

Das Geschlecht der Montefeltre, über dessen Herkunft sehr getheilte Ansichten bestehen, war erst im 13ten Jahrhundert in den Besitz von Urbino gelangt. Ein Mitglied der stets gut kaiserlich gesinnten Familie Buonconti di Montefeltre machte sich im Jahre 1234 zum Herren jener Stadt und nahm danach den Titel eines Conte di Urbino an, den seine Nach-

Digitized by Google

kommen beibehielten. Berühmte Condottieri sind dem Stamme der Montefeltre entsprossen, so Guido I, in der Reihe der Grafen von Urbino der Dritte, und von 1251—1296 das Haupt seines Geschlechtes, und dessen Sohn Federigo I. Dieser letztere kam zuerst mit Gubbio in unmittelbare Berührung. Von aufständischen Eugubinern zu ihrem Schutze herbeigerufen, jagte er am 23. Mai 1300, vereint mit anderen ghibellinischen Parteiführern, die Guelfen aus Gubbio hinaus, mufste aber, da die Vertriebenen bald durch päpstliche und peruginer Hilfe verstärkt zurückkehrten, schon nach Ablauf eines Monats die Stadt wieder räumen. Unter Nolfo di Montefeltre, 1322—1359 Graf von Urbino, und unter dessen Sohn Federigo II büfsten die Montefeltre vorübergehend ihren gesammten Besitz und so auch Urbino ein, das unter päpstliche Gewalt kam. Erst in den siebenziger Jahren des 14ten Jahrhunderts wufste der siebente Graf von Urbino, Antonio I, die zwischen dem Papste und Florenz ausgebrochenen Zwistigkeiten so geschickt zu benutzen, dafs er sich wieder in den Besitz aller der Städte setzte, die seiner Familie entrissen waren; ja er breitete seine Macht noch weiter aus, denn er war es, der die Herrschaft über Gubbio dauernd gewann, als diese Stadt die Anmaafsungen ihres Bischofes Gabriele länger nicht zu ertragen vermochte.

Aufser den inneren Streitigkeiten brachte im Jahre 1383 eine Theuerung die Einwohnerschaft Gubbio's in das tiefste Elend und eine grenzenlose Verwirrung in alle Zweige der Verwaltung. So konnte es geschehen, dafs durch Betrug an Stelle derjenigen Briefe, welche nach einem Rathsbeschlusse einen einheimischen Edelmann, den Francesco Gabrielli an die Spitze der Stadt berufen sollten, heimlich von dem diesem Plane feindlichen Bürgermeister andere Briefe untergeschoben wurden und das amtliche Siegel aufgedrückt erhielten, welche dem Grafen Antonio die Gewalt über die Stadt antrugen. Diesen Betrug führte der Sindaco Francesco de' Carnevali mit solcher Energie und Klugheit durch, dafs schliefslich der überrumpelte schwache Stadtrath die mit Antonio di Montefeltre getroffenen Abmachungen am 30. März 1384 sanctionirte und den Grafen von Urbino zum Governatore von Gubbio ausrief. Am 31. März schon hielt Antonio als Gebieter seinen festlichen Einzug an der Spitze von 2000 Mann Fufsvolk und 400 Reitern. Der Glanz des Auftretens blendete das Volk, dessen Gunst der neue Machthaber zugleich durch reichliche Spenden von Lebensmitteln zu gewinnen verstand.

Sein Besitz bleibt freilich nicht unangefochten, allein es gelingt ihm, denselben trotz innerer Verschwörungen und äufserer Kriege durch Klugheit und Tapferkeit zu behaupten. Eine weitere Stütze schafft er sich durch doppelte Verschwägerung mit den Malatesta von Rimini.

Nach dem Tode des Antonio im Jahre 1403 oder 1404 — das Datum ist streitig — folgt die nicht minder ruhmvolle aber auch nicht minder unruhige Regierung des Guid' Antonio. Dieser hatte von seiner rechtmäfsigen Gemahlin Rengarda Malatesta keine Söhne. Doch ward ihm am 7. Juni 1422 in Gubbio ein illegitimer Sohn geboren, der nachmalige berühmte Herzog Federigo di Montefeltre. Der Vater adoptirte ihn sogleich als ebenbürtig und wenige Jahre darauf, 1426, bestätigte ein Privilegium des Papstes Martin V die volle Legitimität des Kindes. „Zwei Jahre nach der Geburt", erzählt Reposati, „liefs Guid' Antonio den Federigo nach Urbino bringen, und behielt ihn bei sich, liefs ihn wie seinen Sohn erziehen, und unterwies ihn mit immer gleicher Liebe in allen Tugenden, die sich für einen Fürsten ziemen, obgleich seine zweite Gattin Caterina Colonna inzwischen, 1426, dem Grafen Odd' Antonio das Leben gegeben." Schon als sechzehnjähriger Jüngling gewann Federigo selbstständig in den Kämpfen seines Vaters mit den Malatesta Kriegsruhm. Als Guid' Antonio am 21. Februar 1443 starb, bestimmte er seinen ehelichen Sohn Odd' Antonio zu seinem Nachfolger und, falls dieser kinderlos stürbe, den Federigo.

Odd' Antonio's Herrschaft war in der That nur von sehr kurzer Dauer, doch erwarb er zuerst den Herzogstitel, indem Papst Eugen IV, bestochen durch die Schönheit des geistreichen Jünglings, denselben zum Herzog von Urbino ernannte. Diese Rangerhöhung wurde in Rom mit einem umständlichen Ceremoniell in Scene gesetzt, welches Aeneas Silvius Piccolomini, der nachmalige Papst Pius II, in seinen „istorie" beschrieben hat. Aber nur wenige Monate hindurch erfreute sich der jugendliche Herzog des neuen Glanzes, denn von Natur leichtsinnig und von hinterlistigen Rathgebern verführt und verdorben, macht er sich seinen Unterthanen in kürzester Frist so verhafst, dafs er am 22. Juli 1444 ermordet ward.

Hierdurch kam der letztwilligen Bestimmung seines Vaters gemäfs, und mit seltener Uebereinstimmung von allen Städten, die den Montefeltre untergeben waren, als Herr anerkannt, Federigo zur Regierung, schon damals, 22jährig, als ein tapferer Kriegsheld bewährt.

Als achtjährigen Knaben hatte ihn bereits der Vater mit der ebenfalls achtjährigen Gentile Brancaleone verlobt, um auf diese Weise deren Besitzungen mit denen der Montefeltre zu verschmelzen. Am 2. December 1437 fand in Gubbio die Vermählung statt. Die Ehe blieb kinderlos und im Jahre 1457 starb Gentile. Am 10. Februar 1460 vermählte sich Federigo zum zweiten Male mit Battista Sforza, einer Nichte des Herzogs von Mailand.

Inzwischen hatte der tapfere Condottiere immer neuen Kriegsruhm erworben, theils in päpstlichen Diensten, theils als Heerführer des Königs von Neapel. Auch für den mailänder Herzog war er zu Felde gezogen. Der Lohn für seine Verdienste blieb nicht aus. Am 1. October 1461 ernannte ein Breve des Papstes Pius II den Federigo officiell zum General des heiligen Stuhles, und bald darauf erhöht Papst Paul II seinen Rang zu dem eines General-Lieutenants, während sowohl König Ferdinand als auch die Herzogin Bianca von Mailand ihn zum Generalcapitain befördern.

Nach dem am 6. Juli 1472 in Gubbio erfolgten Tode seiner zweiten Gattin Battista Sforza ruht Federigo von seinem kriegerischen Leben einige Jahre aus, und widmet seine ganze Aufmerksamkeit dem Wohlergehen seiner Unterthanen, wissenschaftlichen Studien und kunstsinnigen Unternehmungen. Dieser Zeit verdanken wir in Gubbio, der Geburtsstadt des fürstlichen Bauherrn, den schönen Ausbau des Palastes der urbinater Herzöge, von welchem wir weiter unten ausführlich zu berichten haben werden. Es trägt dieser interessante Bau an allen seinen Theilen in Wappen und Ordensabzeichen die Zeugnisse der Würden und Ehren zur Schau, durch welche Päpste und Könige geweteifert haben, den berühmten Feldherrn auszuzeichnen. Im Jahre 1474 verlieh ihm der König von Neapel den militärischen Orden des Hermelin.

Digitized by Google

Gelegentlich seiner Anwesenheit in Rom am 23. März desselben Jahres wird Federigo vom Papste zum Gonfaloniere der heiligen Kirche ernannt und als Herzog von Urbino bestätigt. 1476 sandte ihm König Eduard IV von England den Hosenbandorden.

Die letzten Lebensjahre des durch die höchsten fürstlichen Tugenden hervorragenden Helden füllen wieder kriegerische Thaten und im Felde endet Herzog Federigo sein ruhmreiches Leben. Im Jahre 1482, als er gegen die Venezianer im Felde stand, erlag er einer im Heere ausgebrochenen Seuche, und starb am 10. September in Ferrara, wohin er sich krank hatte bringen lassen.

Von der streng tüchtigen Lebensweise Federigo's, von seiner Liebe zu den Wissenschaften und von seinem Wohlwollen gegen seine Unterthanen hat Burckhardt in seiner Cultur der Renaissance uns mit wenigen klaren Linien das anschaulichste Bild vorgezeichnet.*) Wir werden weiterhin Gelegenheit haben, bei Betrachtung des Palazzo ducale in Gubbio eine der Oertlichkeiten kennen zu lernen, in welchen sich das so hoch gepriesene feine Leben am Hofe der Montefeltre bewegte.

Guid' Ubaldo I war dem Federigo am 17. Januar 1472 von Battista Sforza geboren. Nach dem plötzlichen Tode des Vaters übernimmt der zehnjährige Knabe die Regierung, und der Papst beeilt sich, ihn in der Herzogswürde zu bestätigen. Später stand er als berühmter Heerführer treu auf Seiten des Papstes. Doch nicht immer war er vom Glücke begünstigt. Vor der Macht des Cesare Borgia mufste auch er im Jahre 1502 aus seinen Staaten weichen. Als Guid' Ubaldo später mit Hilfe seiner ihm treu ergebenen Unterthanen, welche die maafslosen Grausamkeiten des Cesare Borgia nicht mehr zu ertragen vermochten, sich wieder in den Besitz eines grofsen Theiles seiner Staaten gesetzt hatte, schleift er aufser anderen Vesten auch die unmittelbar über dem herzoglichen Palaste gelegene Burg von Gubbio, weil sie mehr seinen Feinden als ihm Vortheile gebracht hatte. Nur wenige niedrige Mauerreste bezeichnen noch den Ort, wo einst die Festung gestanden (10 im Plane der Stadt). Nach dem Tode Alexander's VI fielen dem Guid' Ubaldo sogleich alle seine Staaten wieder zu. Papst Julius II aus der Familie Rovere bestätigt ihn in dem Besitze des Herzogthums, und veranlafst ihn, seinen Neffen Francesco Maria della Rovere, der zugleich auch ein Neffe des Papstes war, an Sohnesstatt anzunehmen und zu seinem Nachfolger zu bestimmen. Denn die Ehe des Guid' Ubaldo mit der um ihrer hohen Bildung willen gefeierten Elisabetta Gonzaga war kinderlos geblieben. Guid' Ubaldo starb 36 Jahre alt am 11. April 1508, und mit ihm erlosch der Stamm der Grafen von Montefeltre. Das Herzogthum Urbino und damit auch die Herrschaft über Gubbio geht auf die Familie della Rovere über. Drei Mitglieder dieses Hauses halten noch über ein Jahrhundert hindurch die Regierung der urbinater Staaten in ihren Händen, bis der Letzte der Familie, Francesco Maria II della Rovere, dem sein einziger Sohn jung gestorben war, des Regierens müde, freiwillig das Herzogthum dem Papste darbietet mit der Bitte, nach seiner Wahl einen Governatore zu bestellen. So kam auch Gubbio unter directe päpstliche Herrschaft. Am 1. Januar 1625 trat der erste päpstliche Governatore die Regierung an. Der stolzen Zeit republikanischer Selbstständigkeit war der Glanz des herzoglichen Hoflebens gefolgt; als dieses sein Ende gefunden, verhallt der Klang des Namens von Gubbio.

*) Burckhardt: Die Cultur der Renaissance in Italien. pag. 45, 46 und pag. 221.

Die Liste solcher Schriften, die sich mir für die folgenden Abhandlungen über Gubbio als Hilfsmittel darboten, ist eine verhältnifsmäfsig sehr kleine, wenn man berücksichtigt, welch reichen Stoff für das Studium der eugubiner Specialgeschichte die in wunderbarer Vollständigkeit aufbewahrten Archive der Stadt umfassen. Es hat sich eben in Gubbio bisher noch nicht der Patriot gefunden, welcher diese Schätze im Zusammenhange an das Tageslicht gefördert hätte. Für specielle Forschungen ist Manches verwerthet worden, doch betrifft dieses am wenigsten die Baugeschichte Gubbio's. Verhehlen darf ich aber auch nicht, dafs die Lückenhaftigkeit des namhaft zu machenden literarischen Materials zum grofsen Theil mir selbst zur Last fällt, da mich andauernde Störungen in meinem Gesundheitszustande von einer emsigeren Durchsuchung der Bibliotheken zurückgehalten haben. Ich erbitte daher für mich persönlich die Nachsicht des Lesers.

Zusammenstellung der in den nachstehenden Mittheilungen benutzten, auf Gubbio bezüglichen literarischen Hilfsmittel:

1) Della Lecca di Gubbio e delle geste de' conti e duchi di Urbino, opera del provosto Rinaldo Reposati. 4°. Bologna 1772.

2) Indice-Guida dei Monumenti pagani e cristiani riguardanti l'istoria e l'arte esistenti nella provincia dell' Umbria per Mariano Guardabassi. Perugia 1872.

3) Bullettino dell' istituto di corrispondenza archeologica per l'anno 1863.

4) Memoria sulla condizione attuale dei Palazzi municipale e pretorio di Gubbio e suoi modi di ristaurarli e relativa spesa. Firenze Stabilimento Civelli 1865.

5) Deutsche Bauzeitung. Jahrgang II. Nr. 31, 33, 34. Aufsatz über Gubbio von Hubert Stier und Ferdinand Luthmer.

Aufser den genannten Schriften verdanke ich eine gröfsere Anzahl thatsächlicher Notizen dem freundlichen Entgegenkommen eines gubbiner Bürgers, des Herrn Luigi Bonfatti, welcher sich durch seine Forschungen besonders auf dem Gebiete der Geschichte der mittelitalienischen Malerschulen namhafte Verdienste erworben hat. Mit dem Inhalt der Archive seiner Vaterstadt durchaus vertraut, ist Herr Bonfatti wie kein Anderer im Stande, für Gubbio sichere Auskunft über kunsthistorische Daten zu geben, und er thut dies mit einer rückhaltlosen Liberalität, die gleich mir schon viele Andere zu dem lebhaftesten Danke verpflichtet haben wird.

A. Bauwerke aus dem Alterthum.

Theater: Einige hundert Schritte von der jetzigen Stadtmauer entfernt, zwischen der Porta S. Lucia und der Porta Trasimeno sind die Trümmer des einzigen Bauwerks zu finden, welches uns einen Begriff von der Bedeutung Gubbio's im Alterthume zu geben vermag, die Ruinen des antiken Theaters. Der grofsartige Bau ist leider durch keine

der zu verschiedenen Zeiten vorgenommenen Ausgrabungen völlig frei gelegt worden. Das, was die letzten Ausgrabungsarbeiten, welche am Anfang der sechziger Jahre unseres Jahrhunderts in's Werk gesetzt wurden, an das Tageslicht zogen, ist durch die alsbald wieder eingetretene tadelnswerthe Vernachlässigung des Ortes und durch das üppig wuchernde Unkraut zum Theil wieder den Blicken entzogen worden, so dafs die Uebersicht über das Ganze erschwert ist. Ein Aufsatz Brunn's im Bullettino dell' istituto di corrispondenza archeologica per l'anno 1863, pag. 225—231 berichtet nach eigener Anschauung des Verfassers von den damaligen Untersuchungen, und beschreibt die gesammte Disposition des Baues. Danach zählt das Theater von Gubbio zu den ältesten, welche aus dem römischen Alterthum auf uns gekommen sind, und gehört vielleicht noch der letzten Zeit der römischen Republik an. Es geht nämlich aus einer an demselben gefundenen Inschrift hervor, dafs dasselbe bereits unter der Regierung des Augustus bestand. Die Haupttheile des Gebäudes, derselben Bauepoche entstammend und mit grofser Sorgfalt aus Quadern des einheimischen Kalksteines erbaut, zeichnen sich durch die gediegenste Technik aus, wie sie der Blüthezeit der römischen Architektur eigen ist.

Das Theater ist so disponirt, dafs der halbkreisförmige Zuschauerraum gegen Südwesten liegt, und somit die von der Nachmittagssonne unbehelligten Schaulustigen als Hintergrund für die nach der Stadtseite zu angeordnete Skene das alte Iguvium und die steil aufragende Bergkette vor ihren Blicken sich aufbauen sahen. Die Anzahl der Sitzreihen läfst sich aus dem heutigen Zustande nicht mit voller Sicherheit ermitteln, doch schätzt Brunn dieselbe auf 20 bis 22. Die oberen Stufenreihen sind nicht mehr erhalten, wohl aber die unteren so weit, dafs daraus das Princip der Sitzanordnung erkannt werden kann. Danach stiegen die durchaus einfach gebildeten Bankreihen ohne Unterbrechung durch ringförmige Corridore (praecipetiones) bis zur vollen Höhe des Gebäudes hinan. Die Höhe der Sitze beträgt $0{,}_{35}{}^{m}$, ihre Tiefe variirt zwischen $0{,}_{75}$ und $0{,}_{82}{}^{m}$. Durch drei in die Sitzreihen eingeschnittene, von unten bis oben durchgehende Treppenläufe werden 4 cunei gebildet. Die Substructionen waren nicht zur Unterbringung der Treppen zu den oberen Plätzen verwendet worden, denn es finden sich in dem Zuschauerraume keine sogenannte Vomitorien. Die etwa unter den Arcadengängen sich vorfindenden Treppen konnten nur zu den äufseren Galerien führen oder zu einem porticusartigen Umgange, welchen Brunn in einer Breite von $7{,}_{0}{}^{m}$ ringsum oberhalb der Sitzreihen annimmt.

Die äufsere Architektur zeigte, so viel sich aus den vorhandenen alten Ueberbleibseln erkennen läfst, zwei Reihen von Rundbogenarcaden über einander. Die Ausgrabungen haben nicht den ganzen Umfang der unteren Ordnung aufgedeckt, doch würde jedenfalls die Mehrzahl der Frontpfeiler frei gelegt werden können. Von der oberen Ordnung aber werden an der Nordwestseite, welche den Angriffen des Wetters am besten widerstanden, nur noch drei Arcadenbogen durch Untermauerungen und eiserne Verankerungen aufrecht erhalten. Pfeiler wie Bögen sind aus derben Rusticaquadern ziemlich kleinen Formats construirt. Die Gliederung der Pfeiler ist der Art, dafs aus dem rauhen Quadermauerwerk doch deutlich zwischen je zwei Arcadenbögen ein schwach vortretender Pilaster sich sondert als Stütze des nur an der östlichen Ecke des Zuschauergebäudes noch erkennbaren Trennungsgebälkes zwischen den beiden Arcadenreihen. Die Bögenwölbung beginnt über einfach profilirten Kämpfergesims-Stücken. Die Spannweite der unteren Arcadenöffnungen bemifst sich auf $2{,}_{40}{}^{m}$, die lichte Höhe derselben bis unter den Schlufsstein des Bogens auf $4{,}_{50}{}^{m}$. Als Hauptmaafse nennt Brunn rund $70{,}_{0}{}^{m}$ für den gröfsten Durchmesser des halbkreisförmigen Gebäudetheiles und $21{,}_{5}{}^{m}$ für die Breite der Orchestra, wonach das Theater zu Gubbio unter die gröfsten der in italischen Provinzialstädten erhaltenen zu rechnen ist. Die Riesenbauten Rom's freilich überbieten es um mehr als das Doppelte seiner Abmessungen.

Der Grundplan der von der Orchestra durch einen zur Unterbringung des Vorhanges bestimmten corridorähnlichen Raum getrennten Bühne weicht von der üblichen Anordnung nicht ab. Die Rückwand der Skene nahmen drei Nischen ein, eine gröfsere halbkreisförmige in der Mitte, je eine rechteckig gestaltete zur Linken und Rechten. In den Nischen öffneten sich, um 4 Stufen über dem Fufsboden erhoben, die drei Hauptbühnenzugänge. An den Schmalseiten der Skene wie gewöhnlich je ein Seiteneingang. Der ganze Bautheil ist aber lediglich in den untersten Maueranfängen conservirt, welche gerade genügen, um den einstigen Aufbau zu erkennen. Von besonderem Interesse ist die Ausbildung des Grundrisses zu beiden Seiten des Skenengebäudes, indem in den Winkeln zwischen den vorspringenden Stirnfronten des Zuschauerraums und den Seitenfaçaden des Bühnenhauses geräumige quadratische Vestibüle angelegt sind, von welchen aus der Eintritt in alle Haupttheile des Bauwerks erfolgen konnte, in die Hintergebäude, zur Bühne selbst, zur Orchestra und mittelst kleiner Seitentreppen auch zu den Sitzreihen. Diese Vorräume und ihre mögliche Benennung bespricht Brunn mit gröfserer Ausführlichkeit.

Für unseren Zweck, auf das werthvolle Bauwerk aufmerksam zu machen, mögen die vorstehenden Bemerkungen genügen. Um eine genaue und vollständige Aufnahme und Publikation des interessanten Baumonuments mit allen hinter der Bühne sich anschliefsenden Nebenräumlichkeiten zu ermöglichen, würde es noch weiterer Nachgrabungen und einer Säuberung der bereits blofsgelegten Theile bedürfen.

Nahe bei dem antiken Theater sind im Jahre 1440 die berühmten „Eugubinischen Tafeln" ausgegraben worden, eherne Platten, bedeckt mit Inschriften von noch immer streitigem Inhalt. Dieselben werden als kostbare Reliquie des Alterthums und der frühzeitigen Bedeutung Gubbio's im Palazzo Municipale aufbewahrt.

Aufser dem Theater sind nur sehr geringfügige Reste antiker Bauthätigkeit wahrzunehmen. In geringer Entfernung vom Theater unmittelbar neben der Promenade, welche den Lauf der Stadtmauer begleitet, bemerkte ich die Reste eines antiken Baues, anscheinend eines Grabes in Form einer Cella. Die Aufsenfronten sind verfallen, dagegen ist ein Theil der Backsteinverblendung im Innern des Raumes stehen geblieben. Nur um wenige Meter erhebt sich der mit Epheu übersponnene trümmerhafte Bau über den Erdboden. Ob er identisch ist mit einem von Guardabassi*) kurz beschriebenen, ebenfalls in der Nähe des Theaters gelegenen Bau ähnlicher

*) Indice-Guida, pag. 98.

Digitized by Google

Anlage, der jedoch bis neun Meter über der Erde emporragen soll, ist mir zweifelhaft geblieben. Wenigstens habe ich ein Bauwerk von der genannten beträchtlichen Höhenabmessung nicht erspähen können.

B. Bauwerke aus dem Mittelalter.

1. Kirchen.

S. Pietro. Fragen wir nach dem thatsächlich bestehenden ältesten Reste kirchlicher Architektur in Gubbio, so werden wir auf die unansehnliche Façade von S. Pietro hingewiesen. Angelehnt an die unteren Theile der aus sorgfältig hergestelltem Quaderwerk bestehenden Vorderfront-Mauer sind vier alte niedrige Säulenschäfte sammt ihren ziemlich roh gearbeiteten Akanthusblatt-Capitellen erhalten. Der Arbeit des Blattwerks nach kann es zweifelhaft erscheinen, ob hierin Bruchstücke spätrömischer Baukunst oder aber nur unbehilfliche Nachbildungen derartiger Arbeiten zu erblicken sind. Wahrscheinlich bildeten die um ein Viertel ihres Umfanges in die Mauer eingebetteten Säulen die Wandstützen für eine gewölbte fünfbogige Vorhalle. Zur Aufnahme des Hauptportals wurde dem mittleren Intercolumnium eine gröfsere Spannweite gegeben. Die beiden äufseren Wandsäulen oder Pilaster sind zwar nicht mehr vorhanden, es deuten aber Reste von Schildbögen an der Frontmauer auf den ehemaligen Bestand von fünf Gewölben hin. Die fünf roh gearbeiteten Blendbogen ruhen auf kleinen in der Höhe der Säulencapitelle liegenden, mit Blätterornament gezierten Consolen. Die Säulen selbst nahmen die breiten Theilungsgurte zwischen den Gewölben auf. Das mit einem unproportionirt feinen Profile umrahmte Rundbogenportal wird aufsen nochmals eingefafst von einem dicken Wulst, der wie eine Dreiviertelsäule zu beiden Seiten der Thür aufsteigt, und dann, am Kämpfer unterbrochen durch zwei mit unförmlichen Löwenleibern ausgestatteten capitellähnlichen Zwischenstücken, auch noch den Halbkreisbogen der Thür umkreist. Die aufgeführten spärlichen Reste geben nicht genügenden Anhalt für eine einigermaafsen zutreffende Datirung. Nur so viel läfst sich wohl mit Sicherheit behaupten, dafs sie noch dem ersten Jahrtausend unserer Zeitrechnung zu vindiciren sind.

S. Pietro war eine Klosterkirche. Am Ende des 13ten oder Anfangs des 14ten Jahrhunderts mufs ein Neubau der Kirche erfolgt sein, von welchem die Hauptmauern in dem jetzigen Bau noch sichtbar sind. Von dem im 16ten Jahrhundert gänzlich umgebauten Innern kann hier nicht die Rede sein. Aeufserlich erscheint das weiträumige Langhaus durch kräftige Strebepfeiler, von denen sich noch sieben an der Nordwestseite erkennen lassen, in eine Reihe von schmalen Systemen eingetheilt. Es weist diese Anordnung auf die bei den meisten eugubiner Kirchen zur Ausführung gekommene eigenthümliche Dach- und Deckenbildung hin, deren Princip wir besser bei der nachstehenden Besprechung des Domes S. Ubaldo kennen lernen werden. Bei S. Pietro sind die Strebepfeiler dicht unter dem Dachvorsprung durch Rundbogen unter einander verspannt. Auf jede Travée kam ein schlankes Spitzbogenfenster, oben im Bogen mit einem aus der Laibung hervorwachsenden Nasenpaar ausgestattet. Aus dem jetzigen Bestande konnte ich mir kein sicheres Urtheil bilden, ob die mittelalterliche Kirche schon ein Querhaus besessen habe. War dies, wie ich vermuthe, nicht der Fall, so scheint mir Vieles, vornehmlich aber die ähnliche Disposition anderer Kirchen Gubbio's dafür zu sprechen, dafs sich das Langschiff mit der nämlichen Constructionsweise bis zu dem Vorraume des Chores, welcher gewölbt war, fortgesetzt habe. Alsdann wären auf sechs kürzere Langhaus-Travéen drei um etwas längere gefolgt, und hieran hätte sich der aus dem gewölbten Vorraum und der aus dem halben Achteck gebildeten Apsis bestehende Chor angeschlossen, dessen geräumige Entwickelung durch die Anzahl der Klosterbrüder bedingt war. Der Chor erhielt sein Licht durch ein grofses in der Axe der Kirche angebrachtes, trefflich gezeichnetes Spitzbogenfenster. Aufsen sind die Ecken der Apsis mit schmächtigen Lissenen besetzt, zwischen die sich schwache Segmentbögen spannen. Am Chor allein ist das gut gegliederte Hauptgesims erhalten, bestehend aus einem Spitzbogenfriese und einer die feine unter der Dachtraufe hinlaufende Hängeplatte unterstützenden Consolenreihe. Als Material ist für den ganzen Bau der in den nächsten Bergen zu gewinnende dichte Kalkstein verwandt worden, welcher dem uns bekannten Steine des Monte Subasio durchaus ähnlich ist. Die Stücke sind auch hier mit Sorgfalt zu kleinen Quadern zugerichtet. Die Maurertecknik verdient volles Lob.

Der im 16ten Jahrhundert erfolgte Umbau wird uns weiter unten zu einer nochmaligen Besprechung der Kirche S. Pietro Veranlassung geben, sowie zur Vorlegung einer Skizze des jetzigen Grundrisses, die jedoch zur Erläuterung der eben gemachten Mittheilungen nur wenig beitragen dürfte.

Der Dom S. Ubaldo. Wer von einem freien Standpunkt aus, wo ein Ueberblick über Gubbio gestattet ist, nach dem Dome sich umschaut, wird schwerlich in jenen unscheinbaren grauen Mauermassen und unregelmäfsigen Dächern, die sich über der Stadt auf schwer zugänglicher Stätte wie zufällig zusammengebaut haben, die vornehmste Kirche und den Sitz des Bischofs vermuthen. Ungeachtet der freien Lage oberhalb des Centrums der Stadt ist die Wahl des Ortes und die Ausnutzung der Baustelle eine so überaus unglückliche, wie sie sich wohl kaum bei einer andern Kathedrale wiederfinden möchte. Für ein Kloster, welches Einsamkeit und Stille sucht, wäre sie schicklicher gewesen. An steiler Berglehne, unerreichbar für jedes Fuhrwerk, umgeben von engen verlassenen Gassen, erstreckt sich der langgedehnte niedrige Bau von Nordwesten nach Südosten, die monotone Seitenfront dem Thale zugewendet. Am Chor erhebt sich ein formloser Glockenthurm. Die Nordwestfront, der einzige mit Fleifs behandelte und architektonisch gegliederte Theil des Aeufsern verbirgt sich scheu hinter den Mauern des benachbarten Palazzo Ducale. So tritt man, durch die äufsere Erscheinung nichts weniger als angemuthet, mit den allergeringsten Erwartungen an das Bauwerk heran. Dessenungeachtet haben wir es hier mit einem wenn auch nicht eben schönen, so doch würdigen und bedeutungsvollen Bau zu thun, der für fast alle mittelalterlichen Kirchen Gubbio's und für viele der Umgegend Norm und Typus geworden ist, indem er ein einfaches gesundes Constructionsprincip für die innere Raumwirkung zur Durchführung brachte, ja selbst zu einer gewissen Grofsartigkeit entwickelte.

Digitized by Google

Das einschiffige Langhaus von $13{,}_{30}$ Meter lichter Weite überspannen zehn mächtige spitzbogige Gurtbogen, welche, jeder Decoration entbehrend, direct die auf Längsfetten ruhende sattelförmige Dachfläche tragen. Der Abstand von Mitte zu Mitte der Gurte beträgt nur $4{,}_{45}$ Meter. Die grofsen Dachbogen ruhen auf den sehr starken Längsfrontmauern, welche in mäfsiger Höhe über dem inneren Kirchenfufsboden, in der Kämpferlinie der Gurtbogen mit einem Gesims endigen. In der grofsen Mauerstärke ausgespart, zieht sich, der Deckentheilung entsprechend, zu beiden Seiten des Langschiffes eine Reihe von je zehn halbkreisförmigen Rundbogennischen hin, in welchen stattliche Nebenaltäre aufgestellt sind. An das Langhaus schliefst sich als ein Vorraum des Chores und zu diesem gehörig in der ganzen Schiffsbreite ein um mehrere Stufen erhöhtes Podium an, dessen Mitte der Hochaltar einnimmt. Dieser durch bunte figurenreiche Gemälde verzierte Theil der Kirche ist in späterer Zeit mit einem oblongen Kreuzgewölbe überdeckt. Ihm folgt unmittelbar die im halben Achteck abschliefsende Apsis, im unteren Theil modernisirt, aber oben noch mit den mittelalterlichen, auf Rippen ruhenden Gewölben ausgestattet. In der Mitte der Apsis öffnet sich ein grofses Bogenfenster. Es ist erstaunlich, mit wie wenigen Lichtöffnungen sich der Architekt unter dem heitern italischen Himmel zufrieden geben kann. Jenes Chorfenster im Verein mit einem gröfseren Kreisfenster in der Vorderfront über dem einzigen Hauptportal liefert allein der Kirche ihr Licht, das wenigstens an klaren Tagen gleichwohl nicht ungenügend und nicht ohne gute Wirkung ist. Für den Eindruck des Innern des Domes ist allerdings die dürftige Ausbildung des Chores von sehr nachtheiligem Einfluls. Dagegen kann es nicht geleugnet werden, dafs in der perspectivischen Wirkung der dicht gereihten Deckengurte und in der gleichmäfsigen Folge der seitlichen Altarnischen ein grofser Reiz liegt. Wären die Verhältnisse etwas weniger gedrückte, so hätte sich unzweifelhaft der Eindruck um vieles steigern lassen. Die Einfachheit der Constructionsidee documentirt sich besonders bei der so sparsamen Beleuchtung nicht als eine Folge mangelnder architektonischer Erfindungskraft, sondern man glaubt hier an eine beabsichtigte und wohl berechnete Strenge in der Form. Nach der Aussage eines Geistlichen ist der innere Fufsboden des Domes erst in einem der letzten Jahrhunderte um die Höhe der vor dem Hauptportal erbauten Freitreppe erhöht worden. Es wird daher der Innenraum bei der ursprünglichen Anlage etwas günstigere Verhältnisse aufgewiesen haben.

Bevor wir zur Schilderung der Aufsenarchitektur übergehen, mufs nachgetragen werden, dafs sich in der fünften Nische zur Rechten des Eintretenden eine frei nach Südwesten hinausgebaute grofse Nebencapelle öffnet, ein gut proportionirter kreuzförmiger Bau mit einer Kuppel auf niedrigem Tambour über der Vierung. Die reiche Stuckirung und Vergoldung verräth einen geübten Meister vom Ende des 16ten Jahrhunderts. In der achten Nische auf derselben Seite befindet sich der Zugang zu dem südwärts sich anschliefsenden Capitelgebäude.

Die Vorderfront des Domes ist nach einem einfachen, gut in sich abgeschlossenen Entwurf erbaut. Die Ecken sind mit Lissenen besetzt. Der mittlere Theil der Mauerfläche, welche das Portal und das Rundfenster enthält, tritt vor die übrige Wandflucht um die Ausladung der Ecklissenen vor. Ein schmächtiges, mit Blattwerk ornamentirtes Gesims durchschneidet als horizontale Gurtung die Façade etwa in der Höhe des inneren Kämpfergesimses, und verkröpft sich um die Lissenen und den Wandvorsprung. Das Portal stellt sich als eine ärmlich simple spitzbogige Oeffnung dar. Zwei rohe Consolen an den Kämpferpunkten sind sein einziger Zierrath. Den Giebelabschlufs bildet ein der Dachneigung folgender Rundbogenfries nebst einer darüberliegenden Gesimsgliederung, aus welcher sich bis zu der die Spitze bekrönenden Mittelblume eine gleichmäfsige Reihe von steinernen Krabben entwickelt. Das Rundfenster über dem Portal ist zunächst mit einer mannigfaltig profilirten Umrahmung umzogen. Einen bedeutungsvolleren Schmuck erhielt es aber durch die ringsum unter kleinen schützenden Verdachungen angebrachten vier Evangelistenzeichen. Unter einem jeden der Symbole befinden sich auf einer kleinen Inschriftstafel einige erklärende Worte. In bevorzugter Stellung über dem Fenster das Bildnifs des Lammes ebenfalls mit Inschrift und Verdachung. Vor dem übrigen Mauerwerk der Kirche zeichnet sich die Bauweise der Eingangsfront vortheilhaft aus durch die saubere Fugung der röthlichen Kalksteinquadern. Die Gröfse der Werkstücke ist eine sehr verschiedene, je nachdem der Bruch sie lieferte.

Die Langseiten der Kirche konnten bei der unvortheilhaften Gestaltung des Bauplatzes nicht zu guter Entwickelung kommen. Für die Anlage des Capitelgebäudes bot sich nur in südwestlicher Richtung auf dem abschüssigen Terrain gegen die Stadt hin ausreichender Raum dar, und demgemäfs mufste diese Seite verbaut werden. An der anderen Langfront aber zieht sich der zur Porta Ingino führende Weg in so übertrieben starker Steigung bergan, dafs man, bei dem Chor des Domes angelangt, schon die volle Höhe der Dachtraufe des Langhauses erreicht hat. Solchem gänzlichen Mangel architektonischer Durchbildungsfähigkeit ist sicherlich auch die viel mittelmäfsigere technische Ausführung zuzuschreiben, welche alle diese Bautheile gegenüber der Nordwestfront aufweisen. Am Langschiff spiegelt sich noch äufserlich das Constructionssystem wieder in den stark vortretenden, den grofsen Gurtbögen des Innern correspondirenden Strebepfeilern. Unter dem Dachgesimse sind dieselben durch Flachbögen mit einander verbunden. Bevor der Vorraum des Chores sein jetziges Gewölbe erhielt, war er, wie sein äufserer Aufbau bekundet, zu einer Art von Querhaus mit selbstständiger Beleuchtung durch zwei in den Kreuzgiebeln angeordnete Kreisfenster ausgebaut. Ein eigenthümlicher Platz ist dem Glockenthurm angewiesen über der äufserlich quadratisch, innen halb achteckig angelegten Apsis. Ueber das Dach der Kirche erheben sich noch zwei freie Thurmgeschosse, von welchen aber nur das obere nach jeder Seite zwei grofse mit gedrückten Spitzbögen abschliefsende Schallöffnungen erhalten hat. Am Thurm wie am Langhause liegt unter dem Dachvorsprung ein kleines Kranzgesims, bestehend aus einer Consolenreihe und einer Hängeplatte.

Der Güte des Herrn Bonfatti verdanke ich die einzige mir bekannt gewordene exacte Angabe über die Zeit der Erbauung des Domes S. Ubaldo. Danach wurde die alte Kathedrale im Jahre 1120 durch eine Feuersbrunst zerstört, der Neubau aber schon im Jahre 1122 begonnen und innerhalb eines Zeitraumes von 7 Jahren beendigt. Bonfatti spricht

zugleich die Vermuthung aus, dafs der neue Dom das Werk eines uns schon bekannten Baumeisters, des Magister Johannes aus Gubbio sein möchte, des Erbauers der Kirchen S. Rufino und Sa. Maria Maggiore zu Assisi. Der zuletzt genannte Bau trägt aufser dem Namen des Architekten das inschriftliche Datum 1163 an sich, und würde danach diesem Baumeister eine mehr als vierzigjährige Wirksamkeit zuzuschreiben sein. Unglaublich erscheint dieses nicht, auch giebt die Architektur des eugubiner Domes, namentlich seiner Vorderfront, keinen Anlafs, jener Annahme entgegenzutreten. Immerhin bleibt die ansprechende Idee eine Hypothese.

Um weiter unten nicht noch einmal auf den Dom S. Ubaldo zurückgreifen zu müssen, möge gleich hier ein in demselben befindliches werthvolles Werk der Holzschnitzkunst, der im Chor aufgestellte Bischofstuhl, Erwähnung finden. Auf den breiten Seitenlehnen des Thrones stehen zwei zierliche cannelirte Säulen. Darüber strecken sich fein gegliederte Gebälkstücke, über die sich ein mit schöner Palmette gekrönter, an der Innenseite cassettirter Halbkreisbogen wölbt. Die Rückwand grenzen zwei den Säulen correspondirende ornamentirte Pilaster ab, und zwischen diesen ist die Mittelfläche ausgefüllt mit dem reichsten und schönsten Ranken-Schnitzwerk, das nach Zeichnung und Stilisirung den herrlichen Arbeiten im Chor von S. Pietro zu Perugia ebenbürtig ist. Als den Verfertiger nennt Guardabassi den Antonio Maffei, eines der hervorragendsten Mitglieder der berühmten Holzbildner-Familie Maffei in Gubbio.*)

Das Beispiel des neu erbauten Domes scheint während der ganzen Dauer des 12ten Jahrhunderts einen Anstofs zu anderen Kirchenbauten nicht gegeben zu haben. Dagegen sah Gubbio im 13ten Jahrhundert zahlreiche Kirchen entstehen, für welche das Vorbild von S. Ubaldo maafsgebend geblieben. Wir stellen in unserer Schilderung die nachweisbar dem Constructions-Schema des Domes nachgebildeten Kirchen den wenigen anderen voran, welchen entweder ein völlig abweichendes Bausystem zu Grunde liegt, oder an denen sich die Spuren der ehemals gleichen ortseigenthümlichen Bauweise verwischt haben.

S. Agostino, die Kirche des vor der Porta Romana in nächster Nähe der Stadt gelegenen Augustinerklosters giebt den Typus des eugubiner Domes in seiner ganzen Einfachheit wieder, nur sind die Verhältnisse des Innern umgebildet worden. Bei einer Spannweite des einschiffigen Langhauses von $10{,}_{70}$ Metern, im Lichten gemessen, bemifst sich der übrigens nicht immer gleichmäfsige Axenabstand der Deckengurte auf durchschnittlich $5{,}_{80}$ Meter. In S. Agostino ist auch noch an dem Princip festgehalten, den grofsen Bögen in der beträchtlichen Stärke der beiden Längsfrontmauern ihr festes Widerlager zu geben, und die Monotonie dieser Mauermassen durch grofse zwischen je zwei Gurtbögen eingespannte Nischen für Nebenaltäre aufzuheben. Die Kirche zählt auf die Länge des Schiffes sieben spitzbogige Deckengurte und demgemäfs jederseits acht rundbogige, im Grundrifs rechteckig gezeichnete Altarnischen. Für eine Klosterkirche ist der Chor von ungemein geringen Abmessungen. Ein demselben zuzurechnender Vorraum existirt hier nicht, sondern es bildet lediglich eine ziemlich kleine, von dem vorderen Hauptraum durch einen pomphaften Spätrenaissance-Altar gänzlich abgesonderte Apsis von rechtwinkliger Grundrifsform den hinteren Abschlufs der Kirche. Den bescheidenen Raum überspannt ein auf schweren Rippenwulsten ruhendes Kreuzgewölbe. Vor einer Reihe von Jahren entdeckte man, dafs der Chor unter der Hülle einer dicken Tünche auf Decke und Wänden in kleiner Feldertheilung werthvolle Gemälde des 14ten Jahrhunderts barg.*) Die Malereien sind jetzt von geschickter Hand bloßgelegt, und empfangen durch das eine grofse Spitzbogenfenster in der mittleren Chorwand eine recht vortheilhafte Beleuchtung. Dem Schiffsraum wird nur durch ein grofses Fenster in der Eingangsfront Licht gespendet.

Die Klostergebäude sammt dem grofsen mit durchaus schmucklosen, auf kleinen rohen Säulen ruhenden Arcaden umgebenen Hofe gewähren einen ärmlichen Anblick. An der Aufsenarchitektur der Kirche fällt sofort die eigenthümliche Gestalt der Strebepfeiler in die Augen. Sie sind, wahrscheinlich nach dem Muster von S. Francesco zu Assisi, von halbkreisförmiger Grundrifsform. Das aus einer über kleinen Consolen ausladenden Hängeplatte bestehende Dachgesims hat man mit um die Strebepfeiler herumgeführt, wodurch eine ganz hübsche Wirkung erzielt worden ist. Die Kirche ist durchweg in mittelguter Bruchsteintechnik ohne Verputz erbaut. Von aufsen her sind auch zwischen den Strebepfeilern die jetzt vermauerten Spitzbogenfenster des ursprünglichen Baues von der an den eugubiner Kirchen dieser Periode regelmäfsig wiederkehrenden schlanken Form mit zwei Nasen in dem oberen Bogenabschlufs sichtbar. Nur die erste und die letzte der Langhaustravéen entbehrten der Fenster. An die Nordfront der Kirche angeschlossen, erhebt sich neben der zweiten Travée vom Chor aus gerechnet der in der Form den dürftigen Klostergebäuden ebenbürtige Glockenthurm.

Nach Bonfatti's Angabe begann der Bau von S. Agostino im Februar des Jahres 1253.

Sa. Maria nuova entstand, demselben Gewährsmann zufolge, gleichzeitig mit S. Agostino zwischen den Jahren 1250 und 1280. Im Innern der Kirche ist von der alten Anlage nichts mehr zu erkennen als nur die geringen räumlichen Abmessungen und etwa noch das kleine rippenlose Kreuzgewölbe des quadratischen Chores. Das Schiff ist ein leeres, mit kahlen Mauern umgrenztes Oblongum; nur die Mitten der Langwände werden durch je eine Altarnische ausgezeichnet. Dafs nach dem ursprünglichen Bauplan die freien Flächen mit Absicht hergerichtet wurden, um Platz für Wandmalereien zu haben, erweisen die an einzelnen Stellen unter der Tünche wieder zum Vorschein gekommenen Gemälde. Oberhalb der Wandflächen umzieht ein glattes modernes Gebälk den ganzen Raum, und darüber spannt sich ein Tonnengewölbe aus von $9{,}_{80}$ Meter lichter Weite mit tief eingeschnittenen Stichkappen, deren Anzahl den ehemaligen Deckentheilungsgurten der alten Kirche entspricht. In den Stichkappenbogen eine Reihe rechteckiger Fenster, die ein sehr vortheilhaftes Licht liefern.

Das im Uebrigen unscheinbare Aeufsere beansprucht durch die eigenthümlichen Unregelmäfsigkeiten der Eingangsfront einiges Interesse. Die Strafsenanlage brachte es mit

*) Indice-Guida, pag. 103.

*) Guardabassi führt in seinem Indice-Guida pag. 98 die dargestellten mannigfaltigen Gegenstände summarisch auf.

Digitized by Google

sich, dafs die Façade nicht rechtwinklig zur Längenaxe der Kirche steht, und aufserdem ist das schön gezeichnete Portal aus der Mitte an die eine Ecke gerückt worden, wohl zu keinem anderen Zwecke, als dafs es von weit her in der an der Seitenfront der Kirche vorbeipassirenden langen geraden Hauptstrafse zu sehen sei. In vertikaler Richtung theilen Lisenen die giebelförmig abschliefsende Front in drei Felder, horizontal wird sie etwa in der Höhe, wo man die Kämpferlinie der früheren inneren Gurtbögen vermuthen möchte, nochmals durch ein auch um die Lisenen verkröpftes Zwischengesims getheilt. Danach wäre man beim Heraustreten an die Kirche geneigt, auf eine dreischiffige Anlage zu schliefsen. An dem Portal mit seiner breiten Einrahmung, den elegant mit Blattwerk decorirten Kämpfercapitellen und der spitzbogig kleeblattförmigen Bildung des eigentlichen Thürbogens zeigt sich die Sorgfalt der Ausführung in ihrem besten Lichte. Das hübsch umrahmte grofse Rundfenster in der mittleren Fläche des Giebels ist jetzt vermauert. In der Giebellinie werden die Lisenen zunächst durch eine Consolenreihe unter einander verknüpft und darauf folgt noch ein parallel laufendes, gleichfalls mit Consolen ausgestattetes Giebelgesims. Während die Vorderfront in der saubersten Technik ein quaderähnlich gefügtes Kalksteinmauerwerk aufweist, ist die Seitenfront ganz schlicht in gewöhnlichem Bruchsteinmauerwerk aufgeführt. Wir begegnen hier wieder den üblichen Strebepfeilern, die oben unter dem Dachgesims durch Bögen verbunden sind.

S. Giovanni. Wie mir Herr Bonfatti mittheilte, geschieht der Kirche S. Giovanni schon vor dem Jahre 1100 Erwähnung. Die Erbauungszeit der jetzigen, jedenfalls bedeutend jüngeren Kirche ist nicht festgestellt, dürfte aber dem 14ten Jahrhundert angehören. Unter Beibehaltung der Hauptgrundzüge des eugubiner Kirchensystems tritt in S. Giovanni doch eine viel freiere Auffassung desselben zu Tage. Unverkennbar war der Erbauer bestrebt, dem strengen Constructionsschema durch feinere Verhältnisse, durch weitere Axentheilung und zierliches Beiwerk die herbe Nüchternheit zu nehmen. Die Lage des Gebäudes senkrecht zum Bergabhang, mit der Eingangsfront gegen das Thal gewendet, liefs nur eine geringe Längenausdehnung des einfachen Kirchenschiffes zu. Die Breite des Langhauses im Lichten gemessen beträgt $10,_5$ Meter. Fünf Travéen, durch vier spitzbogige Gurte getrennt, bilden den durch gute Verhältnisse angenehm wirkenden Hauptraum. Die glatten Wandflächen erfahren nur in der zweiten und vierten Travée durch Wandnischen von geringer Tiefe und durch die in denselben aufgestellten Nebenaltäre eine Unterbrechung. Bei der Construction der grofsen Dachgurte brachte der Architekt eine artige Neuerung zur Anwendung, indem er die Bögen nicht unvermittelt von der Umfassungsmauer aufsteigen liefs, sondern ihnen ein kräftiges Kämpferglied als Basis gab, welches von zwei zierlichen Zwergsäulchen unterstützt wird. Der quadratische Hauptaltarraum ist mit einem hochbusigen, auf Rippen ruhenden Kreuzgewölbe überdeckt, und von drei Seiten her durch schlanke Spitzbogenfenster erhellt. Einige Fenster von gleicher Form, unregelmäfsig im Langhause vertheilt, führen der Kirche genügendes Licht zu. Ein in der Kämpferhöhe der Chorapsis ringsumlaufendes schmales Gesims schneidet unschön in die Fensterlaibungen und die Hintermauerung der Deckenbögen ein.

Sowohl der Hauptaltar als auch die vier Seitenaltäre scheinen alt zu sein. Die Detailformen haben überall etwas unbehilfliches; auch tragen die Ornamentformen an den Capitellen und Basen der zahlreich angewandten Zwergsäulen mehr einen romanischen als gothischen Charakter, so dafs man auf die Vermuthung hingewiesen wird, es seien Ueberbleibsel eines älteren Baues bei dem gothischen Neubau wieder zur Anwendung gekommen.

In der Mitteltravée der südöstlichen Langwand öffnet sich eine polygonal abgeschlossene Taufcapelle in einer Art von Triumphbogen, dessen Kämpfer ähnlich wie die Deckenbogen von jederseits zwei dicht neben einander geordneten freistehenden Säulen getragen werden. In der Capelle selbst steigen von sechs dünnen, mit einfachen Blattcapitellen ausgestatteten Wanddiensten die Rippen des Polygonalgewölbes auf. Der Taufstein, in seinem unteren, das Taufbecken enthaltenden Theile ein schwerer sechsseitiger, mit dürftigen Reliefdarstellungen geschmückter Sockel, trägt oben einen gefälligen Zierbau, eine kleine, auf sechs ionischen Marmorsäulchen ruhende Kuppel mit fein gearbeitetem Laternenaufsatz.

Den inneren Deckenbogen entsprechen auch am Aeufseren starke, um $0,_{90}$ Meter vortretende Strebepfeiler. Diese, so wie die Fronten des Langhauses und des Chores sind in mittelgutem Bruchsteinmauerwerk erbaut. Mit vorzüglicher Präcision sind dagegen wieder die Eingangsfront und die unteren Geschosse des nach Südosten an dieselbe sich anlehnenden Campanile ausgeführt. Die Ecken des Thurmes fassen kräftige Lisenen ein. Den einzigen Schmuck der Vorderfaçade bildet das mit Rundsäulchen und Hohlkehlen und mit einer breiten äufseren Umrahmung eingefafste Rundbogenportal. Das Kreisfenster, welches ohne Zweifel ehedem über der Kirchenpforte bestanden, ist gelegentlich einer ungeschickten späteren Reparatur beseitigt worden.

Chiesa dello spedalicchio. Mit dieser kleinen vor der Porta Trasimeno zur Linken der peruginer Landstrafse gelegenen Hospitalskirche schliefsen wir die Liste der ersichtlich nach dem ortseigenthümlichen Structur-System erbauten Gotteshäuser in Gubbio ab. Die ganze Anlage beschränkt sich hier lediglich auf einen einfachen rechteckigen Raum ohne jede Wandgliederung, ohne Nebencapellen, ja ohne einen besonderen Raum zur Aufstellung des Hauptaltars. Auf halber Wandhöhe markirt ein mageres Gesims die Kämpferlinie der vier spitzbogigen Dachträger. An manchen Stellen der Wand gewahrt man die Ueberreste von Fresco-Malereien, welche übrigens schon zum Theil durch die Feuchtigkeit abgelöst sind, theils noch unter einer dicken Kalktünche verborgen liegen. In der glatten, gänzlich schmucklosen Vorderfront gewährt ein spitzbogiges Portal mit kleinem Umrahmungsglied den Zutritt von der Landstrafse her; darüber ein schlankes Spitzbogenfenster. Andere Fenster von gleicher Gröfse gewahrt man in der Nordfront zwischen den daselbst angeordneten Strebepfeilern. Wieder drängt sich auch hier die an den bisher betrachteten eugubiner Kirchen gemachte Bemerkung auf, dafs die Güte des Mauerwerks der Eingangsseite die aller übrigen Fronten um ein bedeutendes Maafs überragt. Die Chiesa dello spedalicchio, augenscheinlich seit geraumer Zeit aufser Gebrauch und theilweise sogar des Daches beraubt, eilt einem schnellen Verfalle entgegen.

Digitized by Google

S. Francesco. Wie ein Fremdling steht die Kirche des Franciscaner-Klosters am Mercato den übrigen unansehnlichen und einförmigen Kirchen Gubbio's gegenüber. Uns erfreut es, nach dem Einerlei der letzteren ein frisches, eigenartiges Bauwerk zu gewahren, das auch auf sein Aeufseres einen Werth legt und dem ängstlichen Versteckt-sein in den Gassen und zwischen den Häusern eine repräsentable Lage an dem grofsen öffentlichen Markte vorzieht. In diesem selbstbewufsten Auftreten drückt sich deutlich das starke Gefühl der eigenen Bedeutung des jungen Ordens aus, der schon bei Lebzeiten seines grofsen Stifters in Gubbio seiner Wirksamkeit das Feld geöffnet haben soll. In praktischer Weise wird man auch hier wie bei dem Mutterkloster mit dem Bau der Conventgebäude den Anfang gemacht haben, damit zunächst die Brüder festen Fufs fassen konnten; erst danach wird die Errichtung der Kirche mit gröfserer Mufse in Angriff genommen sein. Wie Guardabassi, gestützt auf eine Mittheilung Bonfatti's, angiebt, geht aus einem Breve Nicolaus' IV hervor, dafs der Bau der Kirche und des Klosters im Jahre 1292 beendigt war.*)

Die Lage des ganzen Gebäudecomplexes ist aus dem Plane der Stadt deutlich genug zu ersehen. In der Breite der südwestlichen Langfront der Kirche erstrecken sich die durchweg einfachen, dem blofsen Bedürfnifs räumlicher Unterkunft bestimmten Klostergebäude bis zur Stadtmauer. Ein mit Hallen an drei Seiten umgebener, an der vierten Seite durch die Kirche selbst abgegrenzter Hof trägt sammt den weiterhin sich anschliefsenden Gebäulichkeiten den Stempel trübseliger Vernachlässigung aufgedrückt; ein Theil des Klosters dient der kleinen Garnison Gubbio's als Caserne. Die Architektur dieser Theile ist grob und durchaus nicht der guten Bauart der Kirche entsprechend. In dem Hofumgange sind eine Thür und zwei Fenster erhalten, welche, vielleicht zum ehemaligen Capitelsaal gehörig, in ihren dürftigen Gliederungen den Grad von Aufwand bezeichnen, den man für die Behausung der Bettelmönche für zulässig erachtete.

Schon durch ihre dreischiffige Anlage zeichnet sich die Kirche S. Francesco vor allen anderen Kirchen der Stadt aus. Ein Umbau im 17ten Jahrhundert hat die äufsere Architektur völlig intact gelassen und auch an der Grundrifsdisposition des Innenraumes nichts Wesentliches geändert. Es ist ein unbegreiflicher Irrthum Guardabassi's, wenn er angiebt, die Kirche sei in Form eines lateinischen Kreuzes erbaut. Weder an der ursprünglichen, noch an der jetzigen Gestalt ist auch nur die leiseste Andeutung eines Querschiffes zu erkennen. Der Bau des 13ten Jahrhunderts bestand vielmehr nur aus den drei Schiffen, deren jedes mit einer seiner Breite entsprechenden Altarapsis schlofs. Von der 19,$_{5}$ Meter betragenden Gesammtbreite der drei Schiffe im Lichten gemessen entfallen 8,$_{4}$ Meter auf die Spannweite des Mittelschiffs, dessen Länge einschliefslich der Chornischen 53,$_{5}$ Meter mifst. Schlanke achteckige Pfeiler, ehemals 14 an der Zahl, scheiden die Schiffe von einander. Die Abstände der Stützen sind nicht durchweg dieselben, sondern es haben in den beiden ersten Travéen zunächst der Vorderfront die Arcadenbögen eine beträchtlich gröfsere Spannweite, als in den nachfolgenden sechs Systemen. Ich bin der Ansicht, dafs die zwischen die Bogenöffnungen der letzten Seitenschiffs-Travéen eingespannten Mauern, welche jetzt dem Hauptchore eine gröfsere Tiefe geben und zwei mit den Nebenabsiden vereinigte Capellen am Chorende der Seitenschiffe von der übrigen Kirche absondern, erst eine Zuthat des erwähnten Umbaues sind, und dafs der für die Ordensbrüder zu reservirende Chorraum bei der ersten Anlage nur durch Erhöhung des Fufsbodens um einige Stufen und durch niedrige Schranken von dem vorderen allgemein zugänglichen Raume getrennt war. Die Apsiden, von welchen die gröfsere des Mittelschiffs auch innen aus einem halben Zehneck, die kleineren seitlichen aber halbkreisförmig gebildet sind, während nach aufsen alle drei eine polygonale Grundrifsform zeigen, sind die einzigen gewölbten Theile des mittelalterlichen Baues; die drei Schiffe mufsten sich mit dem frei sichtbaren Dachstuhl begnügen. Wer hinaufsteigt über die jetzigen Gewölbe, wird die einfache, jeglichen Schmuckes baare Deckenbildung noch erhalten finden.

Es hat etwas Anziehendes, zu denken, dafs diese in Gubbio gleichsam als ein Fremdes importirte Kirchenanlage doch einer eugubiner Erfindung entsprossen sei, indem der von dem eugubiner Meister Johannes im 12ten Jahrhundert erbaute Dom von Assisi, dessen ursprüngliche Gestalt in vielen Punkten Aehnlichkeiten mit der von S. Francesco zu Gubbio aufweist, der letzteren Kirche wohl als Vorbild gedient haben mag. Die dem Innern der Kirche zugeführte Lichtmenge war vordem gewifs eine sehr reichliche, da beide Längsfrontmauern mit einer Anzahl schmaler aber hoher Fenster ausgerüstet waren, während sich in der Giebelfront drei Rundfenster öffneten.

Das reicher als das Innere durchgebildete Aeufsere von S. Francesco hat ersichtlich an der ursprünglichen Architektur keine nennenswerthe Aenderung erlitten. Die südwestliche Längenfront, welche behufs Abschlusses der Klostergebäude zuerst in Angriff genommen werden mufste, erweist sich auch aus anderen Gründen deutlich als der älteste Theil der Kirche. Von dem Klosterhofe aus kann man denselben gut übersehen. Hier hatte man in Nacheiferung der Oberkirche von S. Francesco zu Assisi mit einem breiten, kräftigen Façadensystem den Anfang gemacht. Zwischen weitläufig eingetheilten, nicht ganz bis zur Dachhöhe des Seitenschiffes hinaufgeführten Strebepfeilern sind aus den grofsen Wandflächen breite, mit Stab- und Maafswerk ausgestattete zweitheilige Spitzbogenfenster herausgeschnitten. Bei Fortsetzung des Baues nahm man aber von der Weiterführung dieses von einem Gewölbebau entlehnten Architektursystems Abstand. Die andere an dem Mercato sich erstreckende Nebenschiffs-Front ist über einem Sockel durch Lissenen in schmalere Wandfelder eingetheilt, deren Breite im Allgemeinen der inneren Arcadentheilung gleich kommt. Jede Travée enthält ein schlankes Spitzbogenfenster ohne Maafswerk, jedoch nach oben mit jenem durch zwei aus der Bogenlaibung vorspringende Nasen entstehenden kleeblattförmigen Abschlufs versehen, welcher sich fortan in Gubbio als normale Fensterform der mittelalterlichen Kirchen eingebürgert hat. Den Spitzbogen des Fensters begleitet, vom Kämpfer anfangend, ein kleines Umrahmungsgesims. Unter dem einfachen simaförmigen Dachgesims verbindet ein Rundbogenfries die Theilungslissenen. Das dritte und vierte Wandfeld dieser Façade, von der Vorderfront an gerechnet, sind als eine für sich bestehende Mauerfläche ohne Lissenen zusammengefafst, um

*) Guardabassi. Indice-Guida, pag. 99.

einer bedeutenden Seitenportalanlage Raum zu schaffen. Die schön gezeichnete rundbogige Doppelpforte ist aus ausgesuchten Werkstücken rothen und gelblichen Marmors, wie ihn Umbrien hervorbringt, construirt. Nicht minder in den einzelnen Formen, wie im Materiale erkennt man die unmittelbare Abhängigkeit von der in diesem Jahrhundert in Assisi zu so hoher Blüthe geförderten Handwerkstechnik. Hier wie in Assisi begegnen wir bei der Gliederung der unter 45° abgeschmiegten Portallaibung dem Wechsel von Rundsäulchen und Hohlkehlen, der Markirung des Bogenansatzes durch ein kunstvoll ornamentirtes Kämpfercapitell, und der flach profilirten breiten äufseren Umrahmung. In der glatten Mauerfläche über dem Portal prangt eine mit feinem Maafswerk und eleganten Ziersäulchen reich geschmückte Fensterrose.

In gleicher Weise wie bei der Nordostfront ist das Aeufsere des gefällig gruppirten Chores ausgebildet. Wie das Mittelschiff der Kirche die Seitenschiffe um ein geringes Maafs überragt (das Gesims des Mitteldaches, aus einer Hängeplatte über einer Consolreihe bestehend, liegt nicht volle zwei Meter über der Anschlufslinie der Nebendächer), so erhebt sich auch die Mittelapsis nur wenig über die seitlichen Altarnischen, so dafs eine maafsvolle Steigerung sowohl in den Höhenverhältnissen der Tribünen wie in dem Heraustreten derselben vor die Abschlufsmauer des Langhauses den harmonischen und malerischen Eindruck des an sich sehr einfach componirten Choraufbaues erwirkt. Durch spätere Anfügungen hat der malerische Reiz der Choransicht noch bedeutend gewonnen. Um einen Glockenthurm zu erbauen, hat man, gewifs im Widerspruch zur ersten Bauidee, die südliche Apsis als Substruction benutzt. Ueber einer so absonderlichen Grundform, wie sie ein durch eine gerade Linie abgeschnittener, etwas überhöhter Halbkreis liefert, konnte auch nur ein wunderlich unregelmäfsiger Aufbau erfolgen. Der in zwei freien Geschossen emporragende, mit einem hübsch componirten Backsteingesims unter dem flachen Zeltdach bekrönte Thurm hat denn auch in der That eine ganz seltsam verdrückte, den Beschauer zunächst verwirrende Gestalt bekommen unter Wahrung einer ungleichseitigen Achtecksform, welche sich mit dem halben Zehneck des Unterbaues absolut nicht hat in Harmonie bringen lassen. Der Thurm sieht aus, als sei er perspectivisch falsch gezeichnet, doch gewährt er im Verein mit den drei Apsiden und einem aufserdem angefügten Treppen-Rundthürmchen einen überaus reizvollen Anblick.

Es bleibt endlich die Vorderfront zu besprechen. Diese hat am meisten gelitten, da man sie der einstigen drei Rundfenster und des Giebelgesimses beraubt hat. Der dreischiffigen Anordnung gemäfs wird die Façade vertikal durch Lissenen in drei Felder zerlegt, horizontal durch ein Gurtgesims in zwei Geschosse. Die Mittelfläche unten nimmt das einbogige, in den Einzelheiten übrigens dem seitlichen Doppelportal vollständig analoge Hauptportal ein. Als ein besonderer Vorzug der Kirche S. Francesco ist die an allen Fronten mit derselben Genauigkeit durchgeführte vorzügliche Ausführung in kleinen Kalksteinquadern hervorzuheben, denen das Alter einen ungemein milden und feinen, nach dem Fufsboden zu immer dunkler werdenden grauen Ton verliehen hat.

S. Martino. In anderer Weise wie S. Francesco, nämlich durch ein vollständig entwickeltes, über die Hauptschiffbreite heraustretendes Querhaus weicht die dem heiligen Martin geweihte Kirche von der typischen eugubinischen Grundrifsbildung ab. Nur die Aufsenmauern mit Ausnahme der Vorderfront gehören dem Mittelalter an. Das Innere präsentirt sich als eine nach der gewöhnlichen Schablone erbaute einschiffige Renaissance-Kreuzkirche. Die Kreuzflügel und der Chor sind quadratisch. Der im Giebel der Vorderfaçade zu Tage tretende, aus Backsteinen construirte grofse Spitzbogen liefse auch für S. Martino auf die ortsübliche Decken- und Dachbildung schliefsen; es bleibt aber dabei die Frage offen, wie diese auf den dichtgeordneten Deckenbögen basirte Constructionsweise mit der Ausbildung einer quadratischen Führung sich habe in Zusammenhang bringen lassen.

S. Trinità. Als einziger sichtbarer Rest mittelalterlicher Architektur an dieser kleinen, am Ende des Corso gelegenen Kirche ist die Vorderfront aufzuführen. Sie enthält ein gut gezeichnetes Rundbogenportal, bei welchem die eigenthümlich wirre und krause Bildung des Blattwerks an den Kämpfercapitellen Beachtung verdient. Was Guardabassi zu dieser Kirche bemerkt, „sie sei bemerkenswerth durch ihre Construction"*), ist mir unerklärlich; denn der gänzlich modernisirte Innenraum scheint mir nicht geeignet, auch nur das mindeste Interesse zu beanspruchen. Nach Bonfatti wurde der Bau der Kirche am 27. August 1270 beendigt.

S. Secondo. Die Klosterkirche S. Secondo liegt aufserhalb der Stadt vor der Porta S. Lucia an der nach Città di Castello führenden Strafse. Wenn auch das Kernmauerwerk der ganzen Kirche das alte sein mag, so offenbaren sich doch fast nur noch am Chor innen wie aufsen gothische Bauformen. Dieser Bautheil besteht aus einem rechteckigen Vorraum von geringer Tiefe und der hieran sich anlehnenden fünfseitigen Apsis. An dem in gutem Kalksteinmauerwerk ausgeführten Aeufsern bezeichnen Lissenen die Ecken des Halbpolygons. Ueber einfachen Kämpferstücken verbinden grofse kleeblattförmige Blendbögen die Lissenen. Die mittlere Chorseite allein enthält ein schönes zweitheiliges, spitzbogiges Maafswerkfenster mit einer wohlgebildeten, in den umfassenden Kleeblattbogen eingepafsten Umrahmung. Der Chor ist gewölbt. Ueber den rohen Capitellen der Wanddienste steigen aus dem halben Achteck gezeichnete Rippen auf. Der Hauptaltar, gleichfalls der Zeit entstammend, in welcher der Chor gebaut wurde, ist aus einem grofsen Kalksteinblock gemeifselt und an allen vier Seiten von kleinen gothischen Arcaden auf Zwergsäulchen umgeben. Die Altarform findet sich häufig in umbrischen Kirchen wieder. Abgesehen von dem Chor ist die Kirche langweilig modern, ein einschiffiger Raum, mit einem Stichkappen-Tonnengewölbe überspannt. Die Mittellinie der Kirche liegt parallel zur Landstrafse, aber in einem solchen Abstande von derselben, dafs dazwischen ein Theil der Klostergebäude Platz finden konnte. Ein anderer Gebäudecomplex liegt abgewandt von der Strafse und umschliefst einen Kreuzgang von unregelmäfsig viereckiger Grundform und ärmlicher Architektur. An drei Seiten ruhen die Arcaden auf älteren romanischen Säulen, deren Basen mit Eckblattornamenten verziert sind. An der vierten Seite sind die Säulencapitelle etwas reicher gearbeitet und mit einer Art von Kämpferaufsatz versehen.

*) Guardabassi. Indice-Guida, pag. 103.

Digitized by Google

Vor dem nach Westen schauenden Haupteingang zur Kirche ist eine niedrige, auf zwei romanischen Säulen ruhende Vorhalle aus älterer Zeit stehen geblieben, von welcher aus im Erdgeschofs des Klostergebäudes sich ein loggia-ähnlicher Bogengang bis zur Strafse erstreckte. Mit Ausnahme der drei vor der Kirchenfront selbst liegenden Arcaden sind die Bogenöffnungen jetzt vermauert.

Es möge hier sogleich, um die Besprechung der im Grunde wenig beachtenswerthen Kirche zu erledigen, eine kleine Betcapelle aus früher Renaissancezeit Erwähnung finden, welche ein eben so selbstgefälliger wie gottgefälliger Bürger Gubbio's zur Linken der Kirchenthür mittelst einer mit zwei vergitterten Fensterchen und einer Thür durchbrochenen Steinwand von der genannten Kirchenvorhalle abgetrennt hat. Unter dem obersten Gesims paradirt folgende im Verhältnifs zu dem kleinen Machwerk übergrofse Inschrift:

· GVIDONE · PRIN · REGNANTE ·
SACELLVM CVM ARA SVB VEXILLO SALVATORIS NOSTRI
DIVO ANTONIO
BARBATO ANGELVS ODDVS CI EVGVBINVS SVA IMPENSA
AEDIFICAVIT
ANNO SALVTIS MCCCCLXXXX

Im folgenden Abschnitte werden wir sehen, wie man in Gubbio zu anderen Zeiten sich bescheidete, die grofsartigste Bauunternehmung durch kleinere aber inhaltsreiche Inschriften zu illustriren.

(Fortsetzung folgt.)

Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

Ueber das Verhalten der Metalle bei wiederholten Anstrengungen.

(Schlufs, mit Zeichnungen auf Blatt B im Text und einem Anhang.)

Blatt B stellt die Bruchfläche gebrochener Stäbe dar, deren Material, Belastung und Anstrengungen die nachfolgende Tabelle enthält.

Nr.	Bezeichnung des Materials	Maximal-Spannung pro □Zoll Ctr.	Zahl der Anstrengungen bis zum Bruch
1	Englischer Werkzeugstahl von Firth u. Söhne, unausgeglüht	500	360235
2	Desgl. ausgeglüht	480	692543
3	Rheinisches Eisen	400	159639
4	Desgl.	360	596089
5	Phosphorbronze von Höper & Comp. in Iserlohn	150	2731161
6	Desgl.	125	2340000
7	Gewöhnliche Bronze	100	5447600
8	Desgl.	200	4200
9	Rothguls von der Gesellschaft Neptun	100	53000
10	Geschmiedete Phosphorbronze	200	53900
11	Aus einer Krupp'schen Gufsstahlachse geschnitten	360	925755
12	Desgl.	400	367426
13	Englisches Spindeleisen	300	1045326
14	Desgl.	260	595910
15	Desgl.	260	1142619
16	Bruchstück einer Gufsstahlfeder		
17	Rheinisches Eisen	400	1493591
18	Desgl.	360	3587509
19	Gewöhnliche Bronze	150	837760
20	Phosphorbronze von Höper & Comp. in Iserlohn	180	9151811
21	Desgl.	150	5075160
22	Rothguls der Gesellschaft Neptun	180	1934400
23	Englischer Werkzeugstahl von Firth u. Söhne, ausgeglüht	575	281856
24	Desgl. desgl.	550	266556
25	Desgl. desgl.	475	578623
26	Desgl. desgl.	450	5640596
27	Aus Krupp'schem Gufsstahl geschnitten	475	1185100
28	Desgl.	500	1177400

Die Stäbe 1—10 sind gedehnt, 11—15 continuirlich gedreht, und 16—28 wiederholt nach einer Seite gebogen.

Bei den meisten der auf Bl. B dargestellten Figuren bemerkt man deutlich eine oder auch mehrere durch feineres Korn sich auszeichnende Stellen, welche den „Einbruch", d. h. jene Fasern bezeichnen, in denen die Trennung des Materials zuerst erfolgte. Bei Stahl und Eisen zeigen die Bruchflächen der Versuchsstäbe häufig eine dunklere, angerostete Stelle, wodurch sich der „Einbruch" kundgiebt; aber auch wo die dunklere Färbung fehlt, kennzeichnet er sich durch ein plattes, feineres Gefüge, und bei Stahl, sowie bei Phosphorbronze dadurch, dafs er stets der Mittelpunkt eines Halbstrahlen-Büschels ist. An diesen Punkt schliefst sich alsdann eine elliptisch begrenzte Fläche (siehe Fig. 1, 2, 6, 12, 20, 21, 23—28), welche bei Firth-Stahl glatt, fast wie mit Oel geschliffen, bei schief einfallendem Licht einen matten Glanz zeigt, während der Rest der Bruchfläche sich rauh anfühlt und dasselbe Ansehen hat, wie jene Bruchflächen, welche man erhält, wenn man dasselbe Material ringsum einfeilt und durch einen kräftigen Hammerschlag in zwei Stücke trennt. — Bei Krupp'schem Stahl ist die elliptische Fläche matt und feinkörnig, der Rest des Querschnittes krystallinisch (hackig) und silberglänzend. Bei Phosphorbronze ist die Ellipse mehr gelblich, der Rest dunkelbraun gefärbt.

Die „Einbruchsstellen" befinden sich bei den Figuren 1 bis 16 oben, unter den Nummern bei den Figuren 17—28 unten. Die untere Kante der letzteren hat auch in der Maschine unten gelegen und gehört der „Zugseite" an, in welcher die Fasern gedehnt wurden.

Bei den gebogenen Stäben tritt der Bruch, wie auch schon Wöhler angiebt, auf der Zugseite ein und meist an einer Ecke (Fig. 17, 18, 23, 24, 28), zuweilen mehr nach der Mitte der Kante hin (Fig. 21, 25). Bei Eisen erstreckte sich der Bruch wie bei dem auf Seite 92 gezeichneten Holzschnitt Fig. 5 nur bis zur neutralen Achse und mufste die Druckseite durchgesägt werden. Oberhalb der neutralen Schicht findet sich in den beiden vertikalen Seitenflächen eine muschelartige Vertiefung. Aus dem Umstande, dafs die Druckseite des Eisens einen längeren Widerstand leistet, als die Zugseite, könnte man wohl zu dem Schlufs verleitet werden, dafs die absolute Festigkeit des Schmiedeeisens geringer sei, als seine rückwirkende, was doch den meisten Versuchen und Angaben der Lehrbücher widerstreiten würde. Vor solcher Behauptung bewahrt jedoch der Gedanke

Digitized by Google

an die Möglichkeit, dafs durch wiederholte einseitige Biegung die rückwirkende Festigkeit der Druckseite erst nach und nach gröfser werde und auch die Zähigkeit wachse. Bei Stahl erfolgt der Bruch gebogener Stäbe wegen der gröfseren Sprödigkeit des Materials fast gleichzeitig auf dem ganzen Querschnitt und wie es scheint durch Zug, indem die neutrale Schicht sich allmälig höher legt; nur an der oberen Kante zeigt sich zuweilen eine gegen die übrige Bruchebene um ca. 45° geneigte Fläche, welche offenbar durch Druck entstanden ist. Eine ähnliche Erscheinung zeigt sich bei den Fallproben der Stahlachsen, wo die Bruchfläche von der convexen Seite aus lothrecht ansteigt und sich bei $^3/_4$ der Höhe in 2 Aeste theilt, so dafs das ausgesprengte Stück sich als gleichschenkliges Dreieck projicirt.

Phosphorbronze ähnelt im Bruch dem Stahl (vergl. Fig. 5, 6 mit 1, 2 und 20, 21 mit 23 — 28), gewöhnliche Bronze dem Eisen.

Bei den continuirlich gedrehten Stahlstäben Fig. 11 und 12 ist die Bruchebene in zwei wesentlich von einander verschiedene Theile getheilt und zwar durch eine Sehne, welche auf dem nach dem Einbruch gezogenen Radius senkrecht steht. Der Einbruch ist aber als Mittelpunkt eines Strahlenbüschels kenntlich, und da sich bei den gebogenen Stäben dieser Punkt stets auf der Zugseite findet, so darf man wohl mit Sicherheit annehmen, dafs auch bei den continuirlich gedrehten Stahlstäben der Einbruch durch Zug und nicht durch Druck bewirkt wird, was Wöhler unentschieden läfst (Zeitschr. f. Bauw. 1866, Seite 70).

Bei continuirlich gedrehten Eisenstäben finden sich oft zwei und mehr solcher Sehnen und ebenso viele verschiedene Einbrüche (Fig. 13 — 18). Bei Eisen sieht der Bruch zuweilen wie geflossen (kugelig), zuweilen auch sehnig aus.

Das eigenthümliche Aussehen sämmtlicher Bruchflächen, der Umstand, dafs die glatten, dem „Einbruch" zunächst liegenden Flächen im Allgemeinen um so gröfser sind, je gröfser die Zahl der Anstrengungen bis zum Bruch, also je geringer die Maximal-Spannung war, und endlich die Wahrnahme, dafs der „Einbruch" sich stets in den gezogenen Fasern zeigt, — diese Erscheinungen veranlafsten mich zu der Annahme, dafs

„durch oft wiederholte Dehnungen das krystallinische Gefüge der Metalle nach und nach in das amorphe übergeführt werde, dafs auf solche Weise verschiedene Gleichgewichtszustände der Moleküle entstehen, deren jeder einer Elasticitätsgrenze entspricht, dafs dann durch Fortsetzung der Dehnungen die letzte Elasticitätsgrenze überschritten und endlich die Widerstandskraft des Querschnittes so verringert werde, dafs die sich constant gebliebene Kraft des Federdynamometers zur Bruchlast für den restirenden Theil des Querschnitts wird und dessen Bruch plötzlich bewirkt.

Aus dieser Annahme lassen sich dann fast alle Brucherscheinungen erklären, wie z. B. die, dafs die vom „Einbruch" entferntesten Theile dasselbe glänzende krystallinische Ansehen haben, wie es die durch eine einmal zur Anwendung gelangte rasch wirkende Kraft gebrochenen Stäbe zeigen.

Die oben ausgesprochene Hypothese steht in innigem Zusammenhang mit der „molekularen Constitution" der Körper, welche jetzt von fast allen Naturforschern im Gegensatz zu der früher gewöhnlichen Vorstellung von der „Homogenität" der Massen — angenommen wird.*)

Die nachstehenden Fundamentalsätze finden sich in verschiedenen Werken, besonders in Moll's „Reine und angewandte Elementarmechanik" (Braunschweig 1854) und Redtenbacher's „Dynamidensystem" (Mannheim 1857).

Besonders dem ersteren Werke und seinem Abschnitt über „die Festigkeit der Körper", welcher von Herrn Ingenieur Moll und Herrn Fr. Reuleaux gemeinschaftlich bearbeitet wurde, verdanke ich sehr werthvolle Anregungen und Aufschlüsse; und ich würde es daher zu meinen Auszügen mehr benutzt haben, wenn es noch durch den Buchhandel zu beziehen wäre. Mir selbst wurde dieses Werk nur durch die Güte des einen Mitarbeiters, des Herrn Geheimen Rath Reuleaux zugänglich.

I. In allen Körpern sind Molekularkräfte rege, welche sich als Anziehungs- (Attractions-) und Abstofsungs- (Repulsions-) Kräfte bezeichnen lassen. Die Träger dieser Kräfte sind die Atome. Man unterscheidet Körper- und Aetheratome, welche gleichzeitig in jedem Körper sich vorfinden.

a. Die Körperatome sind träge und schwer und ziehen sich gegenseitig an,

b. die Körper- und Aetheratome ziehen sich ebenfalls gegenseitig an (M. u. R.),

c. die Aetheratome sind ebenfalls träge, aber nicht schwer; sie sind so klein im Verhältnifs zu den Körperatomen und zu den Entfernungen der Aetheratome, dafs ihre Gestalt nicht in Betracht kommt. Zwischen den Aetheratomen findet Abstofsung statt (Redt. Dyn.-Syst.).

II. In den Atomen sind folgende Kräfte wirksam:

1. Die allgemeine Schwere. Vermöge dieser Kraft ziehen sich je 2 Körperatome mit einer Intensität an, die von der materiellen Natur derselben unabhängig, dagegen dem Product der Atommassen direct und dem Quadrat ihrer Entfernung verkehrt proportional ist.

2. Die physikalische Anziehung. Mit diesem Wort soll diejenige Kraft bezeichnet werden, vermöge welcher sich 2 identische Körperatome mit einer Intensität anziehen, welche dem Product ihrer Massen direct proportional ist und bei zunehmender Entfernung der Atome sehr rasch und nicht nach dem verkehrt quadratischen Gesetz abnimmt.

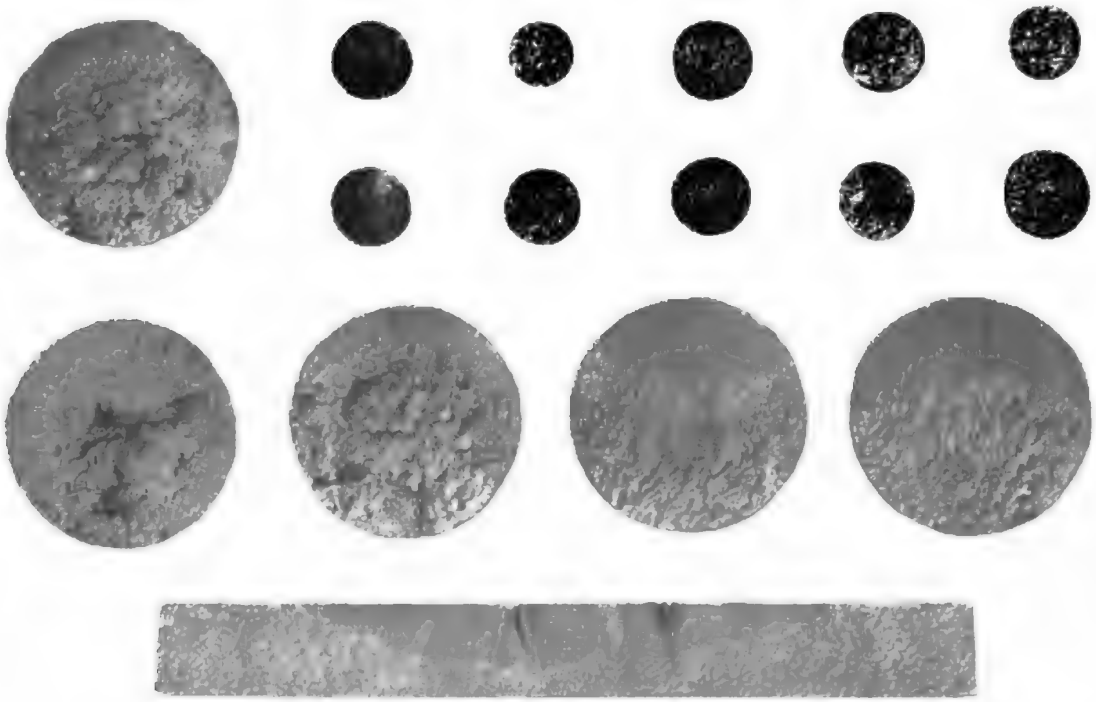
3. Die chemische Anziehung oder Affinität, vermöge deren sich zwei heterogene Körperatome anziehen.

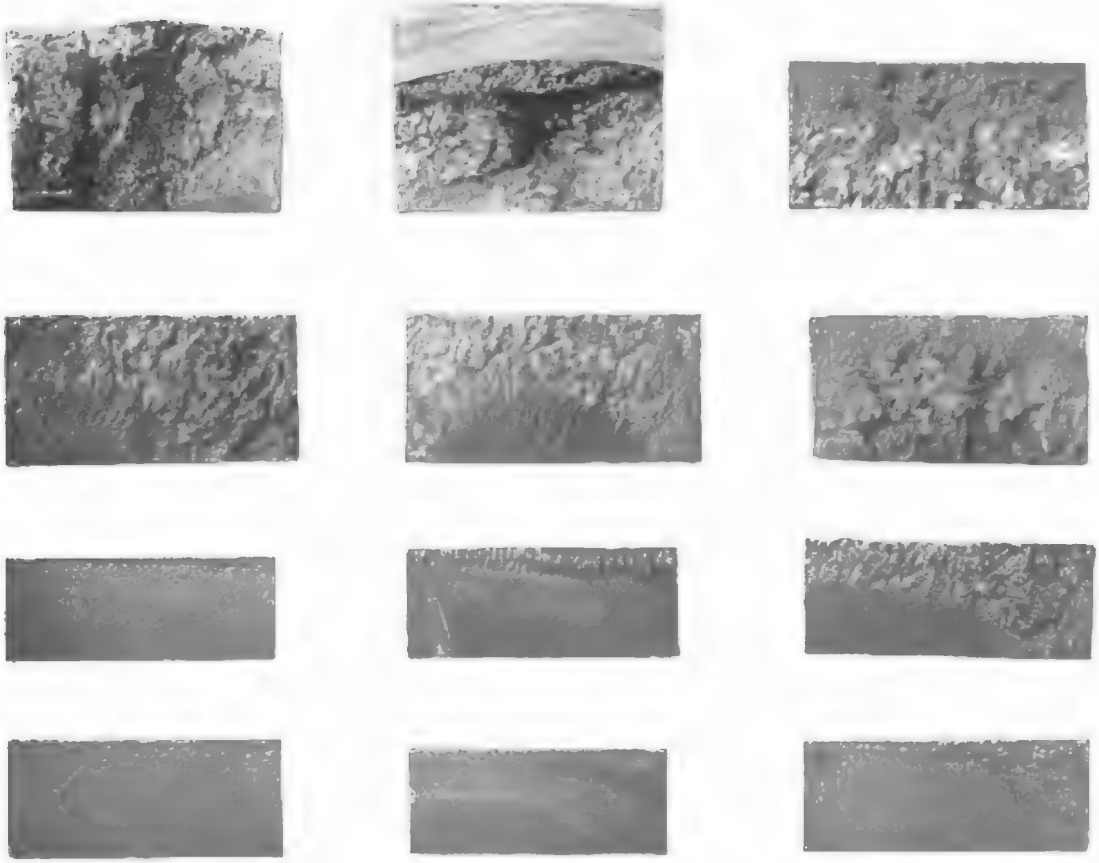
4. Die Aetherkräfte. Zwischen Aetheratomen findet Abstofsung, zwischen Körper- und Aetheratomen Anziehung statt. Auch diese Wechselwirkungen sind dem Product der Atommassen proportional und richten sich nach der Entfernung der Atome in der Weise, dafs sie sehr rasch abnehmen, wenn die Entfernung der Atome zunimmt (R.'s D. S.).

III. Vermöge der wechselseitigen Abstofsung der nicht schweren Atome verbreitet sich der Aether im ganzen unendlichen Raum, durchdringt auch alle Körper, wird aber um die Körperatome herum vermöge ihrer Anziehungskraft mehr oder weniger concentrirt. Wenn wir annehmen, 1) dafs die Entfernung der Körperatome gegen ihre Abmessungen sehr

*) S. Handbuch der theoretischen Physik von W. Thomson und P. G. Tait. Autorisirte deutsche Uebersetzung von Dr. H. Helmholtz und G. Wertheim. II. Theil. Braunschweig 1874. Seite 206.

Verhalten der Metalle bei wiederholten Anstrengungen.





Digitized by Google

grofs ist; 2) dafs die Intensität der Anziehung zwischen Körper- und Aetheratomen sehr grofs ist im Verhältnifs zur Abstofsung zwischen Aetheratomen; 3) dafs die Anzahl der in einer bestimmten Quantität einer Substanz enthaltenen Aetheratome vielmal, z. B. Millionen mal gröfser ist, als die Anzahl der Körperatome, so ist klar, dafs sich der Aether atmosphärenartig um die Körperatome lagern wird, und dafs jede solche Atmosphäre eine ganz bestimmte Form und Begrenzung haben wird, so zwar, dafs der Raum zwischen je zwei Körperatomen gröfstentheils ganz leer sein wird. Auch ist klar, dafs die Dichte einer solchen Atmosphäre an der Oberfläche der Körperatome grofs und gegen die äufsere Grenze der Hülle hin allmälig kleiner und kleiner sein wird.

Ein solches Körperatom mit seiner Hülle wird Dynamide genannt. (Rdt.)

IV. Molekül ist eine Gleichgewichtsgruppe von zwei oder mehreren ungleichartigen Körperatomen mit der dieselben gemeinschaftlich umschliefsenden Aetherhülle.

So wie einzelne Atome zu einer Gleichgewichtsgruppe A zusammentreten können, so können sich auch zwei gleichartige oder ungleichartige Moleküle abermals vereinigen und daraus entstehen zusammengesetzte Moleküle B, etc. (Rdt.)

V. Von den Bewegungen (Schwingungen) der Aetheratome vermuthet Redtenbacher, dafs die radialen, wobei Ausdehnungen der Aetherhüllen vorkommen und die Repulsivkraft gesteigert wird — mit den Wärmeerscheinungen zusammenhängen, die continuirlich rotirenden aber dem elektrischen Strom entsprechen.

Mit der in III. ausgesprochenen Ansicht Redtenbacher's, „dafs der Raum zwischen zwei Dynamiden gröfstentheils ganz leer sei, kann ich mich nicht einverstanden erklären, weil sie im Widerspruch steht zu der im Anfang derselben Nummer ausgesprochenen Hypothese, dafs der Aether den ganzen unendlichen Raum ausfülle.

Ich nehme daher keine Dynamiden an, sondern stimme mehr der Ansicht Cauchy's bei, nach welcher der Raum zwischen zwei Körperatomen oder Molekülen vollständig mit Aether angefüllt ist, was Redtenbacher nur für feste Substanzen zugeben will, deren Körperatome nur mit schwacher Anziehungskraft auf die Aetheratome wirken (Conf. S. 18).

Gestützt auf die obigen Sätze und einige metallurgische Erfahrungen will ich nun versuchen, meine oben aufgestellte Hypothese ausführlicher zu begründen.

Es ist bekannt, dafs die meisten — wenn nicht alle — technisch wichtigen Metalle bei ihrem Uebergang aus dem feurig flüssigen in den festen Zustand, besonders wenn sie rasch erkalten, zur Krystallbildung geneigt sind. Die Atome lagern sich um gewisse Symmetrieachsen und bilden vollständige Krystalle, wenn die Gruppirung frei und ungehindert vor sich gehen kann; ist das aber nicht der Fall, dann bildet sich ein krystallinisches Gefüge. Giefst man z. B. ein geschmolzenes Metall in eine cylindrische, unten mit einem Stöpsel versehene, die Wärme gut leitende Form, so erkaltet und erhärtet das Gufsstück an seiner Peripherie sehr rasch, während das Metall im Innern noch flüssig bleibt; läfst man letzteres nun durch Ausziehen des Stöpsels ablaufen, so erhält man einen hohlen Cylinder, dessen Innenfläche mit krystallinischen Gebilden bedeckt ist. Läfst man aber die ganze Masse mehr oder weniger schnell erkalten, so setzt sich die Krystallbildung bis ins Innere fort.

In diesem Zustande erhalten wir die Metalle nach dem Schmelzprozefs und es kann derselbe als der erste Normalzustand angesehen werden, bei welchem Gleichgewicht zwischen den Attractionskräften der Atomgruppen oder „Kerne“*) und der Repulsionskraft der Aetherhülle herrscht. Hat der betreffende Körper die Temperatur der ihn umgebenden Luft angenommen, so sind auch die radialen Aetherschwingungen beider Stoffe von gleicher Intensität, ihre Schwingungsgeschwindigkeiten einander gleich. Jede Temperaturänderung ruft also eine Störung des inneren Gleichgewichts der Körper, daher Fluthungen der Kerne, Auflösung derselben in Atome oder Moleküle und somit eine Volumveränderung hervor, welche, wenn sie dauernd geworden ist, einem neuen Normalzustand entspricht.

Wirken aufser der Temperaturveränderung noch mechanische Kräfte, wie Druck oder Zug auf einen Körper, so werden die Fluthungen der Kerne entweder unterstützt oder gehemmt; folglich hängt der neue Normalzustand wesentlich von der qualitativen oder quantitativen Einwirkung jener äufseren Kräfte ab.

Gufseisen, Bronze, Messing etc. erhalten wir aus den Hütten gewöhnlich im ersten Normalzustand, Eisen und Stahl dagegen nicht. Es durchlaufen diese letzteren Metalle in den Hammer- und Walzwerken durch Druck und Zug eine ganze Reihe von Normalzuständen, bevor sie in den Handel oder zur technischen Verwendung kommen; gewöhnlich bezeichnet aber der Sprachgebrauch nur die letzteren dieser Gleichgewichtslagen als den normalen Zustand.

Betrachten wir vorläufig das reine, nur einen geringen Procentsatz Kohle enthaltende Eisen, so lehrt die Erfahrung, dafs durch Schmieden und Walzen in glühendem Zustande, wo also die Atome in Schwingungen versetzt und die Gruppen gröfstentheils aufgelöst sind, eine solche Umlagerung derselben bewirkt wird, dafs ein „sehniges“ Gefüge entsteht.**) Dieser Vorgang dürfte auf folgende Weise erklärt werden können. Durch den Schlag des Hammers oder den Druck der Walzen wird die Bewegung des Aethers vermindert oder in andere Bahnen geleitet; es entstehen Atomgruppen und diese werden durch fortgesetzte Bearbeitung einander genähert, bis die einander gleichfalls näher gerückten Aetherhüllen durch ihre Abstofsungskraft eine weitere Annäherung der Kerne verhindern. Denken wir uns, die Druckrichtung zweier Walzen sei eine vertikale, so wird durch den beschriebenen Vorgang die Höhendimension verringert, die beiden Horizontaldimensionen aber werden dadurch vergröfsert, dafs sich Atomgruppen einzelner Vertikalreihen von diesen absondern und indem sie die Atomgruppen der anderen Vertikalreihen nach solchen Richtungen fortschieben,

*) „Wenn es unentschieden bleiben soll, ob eine Dynamide nur ein Atom oder ein einfaches Molekül oder endlich ein zusammengesetztes Molekül enthält, werde ich in der Folge den ponderabeln Inhalt der Dynamide mit dem Worte Kern bezeichnen.“ Redt. Dynamidensystem.

*) Zwei Moleküle können sich in solcher Entfernung von einander befinden, dafs ihre Molekularkräfte einander das Gleichgewicht halten. Ein solcher blos von inneren Kräften erhaltener Gleichgewichtszustand heifst ein Normalzustand derselben. Moll u. Reuleaux.

**) Das Schweifsen des Eisens wird dadurch bewirkt, dafs man in Bewegung befindliche Atome des einen Eisenstücks mit solchen des anderen durch feste Hammerschläge oder Walzendruck zu einer Reihe von Gruppen vereinigt, welche die Verbindung hervorbringen.

Digitized by Google

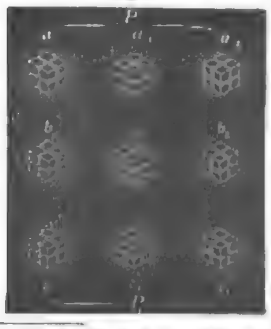
wo ihnen keine äufseren Kräfte entgegenstehen — neue Reihen bilden, so dafs die Kerne, welche beispielsweise sich in den Ecken von Würfeln befunden haben, nun die pyramidale Gruppirungsform annehmen.

Die quadratische Grundbildung eines senkrechten Schnittes geht alsdann in die rautenförmige und zuletzt in eine rechteckige über, wie sie die nebenstehenden Figuren in der angegebenen Reihenfolge zeigen. Wird nun ein Körper der letzteren Art durch langsames Abbiegen gebrochen, so lösen sich die horizontalen Schichten von einander ab, weil der Aether in den Vertikalreihen stärker zusammengepreſst ist und die oberen Horizontalreihen gedehnt werden. Da diese Ausdehnung nicht gleichmäfsig ist, so erscheint der Bruch staffelförmig oder sehnig. — Es mögen auch gröfsere Krystalle durch die Pressung sich in kleinere aufgelöst haben, die sich dann zwischen die gröfseren drängten und so gewissermaafsen Fäden bildeten. Sägt man aber den Stab ringsum ein und trennt denselben durch einen raschen Hammerschlag in zwei Stücke, so erscheint der Bruch krystallinisch, da der Bruch durch Abschieben erfolgt und die Längsfasern nicht Zeit hatten, sich auszudehnen. *)

In ähnlicher Weise verhält es sich mit Stahl, wiewohl der Kohlengehalt desselben eine andere Form der Moleküle, somit auch eine andere Umlagerung derselben durch Druck bedingt.

Durch die mechanische Arbeit des Schmiedens und Walzens kann die Annäherung der eine krystallinische Gruppe bildenden Atome resp. Moleküle nie bis zur unmittelbaren Berührung vergröfsert werden, weil damit die Repulsionskraft des Aethers negirt und die gegenseitige Anziehungskraft der Atome unendlich grofs würde, in Folge deren die Zertheilung eines solchen Krystalls eine Unmöglichkeit wäre. Man darf also selbst inmitten einer Atom- oder Molekülgruppe um jeden Bestandtheil derselben eine — und zwar sehr dichte — Aetheratmosphäre annehmen, welche, sobald ihr eine äufsere Kraft zu Hilfe kommt, die Zertheilung des Krystalls in kleinere Krystalle und endlich die Auflösung der letzteren in nebeneinander gelagerte Atome oder Moleküle bewirkt, wodurch dann der amorphe Zustand hergestellt ist. Gefördert wird diese Zertheilung durch die Anziehungskraft der äufsersten, sich einander gegenüberstehenden Atome resp. Moleküle in je zwei benachbarten Krystallen, aber gehemmt durch den zwischen den letzteren befindlichen Aether.

Fig. 3

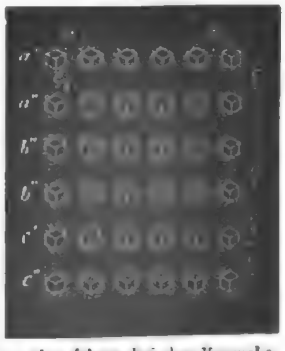


Der nebenstehende Holzschnitt Fig. 3 versinnlicht den Vorgang. Denken wir uns zwei einander entgegengesetzte Schaaren paralleler, über die hier sehr dünn angenommene Querschnittsfläche gleichmäfsig vertheilter äufserer Kräfte, deren Resultirende die einander gleichen Kräfte P und P_1 sein mögen, so werden sich die äufseren Querstreifen mit den des Eisens halber hier würfelförmig angenommenen Krystallen a, a_1, a_2 ... und c, c_1, c_2 ... von den mittleren b, b_1, b_2 entfernen, weil die Repulsionskraft der Aetherhüllen durch die äufseren Kräfte unterstützt wird. Die Quadrate gehen in Rechtecke über und es wird damit eine Bewegung des nach Redtenbacher's Hypothese sehr leicht und schnell beweglichen Aethers eingeleitet. Derselbe steht in den horizontalen Intervallen aa_1, a_1a_2 ... bb_1, b_1b_2 ... etc. dichter, als in den vertikalen ab, bc ... oder a_1b_1, b_1c_1 ... etc. und fliefst daher, gedrängt durch die eigene Abstofsung, aus jenen in diese ab. Gleichzeitig wird aber auch eine Bewegung des Aethers in radialer Richtung von a nach b und umgekehrt, sowie von b nach c etc. erfolgen, daher die bei starken Spannungen von Wöhler beobachteten Wärmeerscheinungen. Auch elektrische und magnetische Erscheinungen dürften zu beobachten sein, weil auch rotirende Bewegungen des Aethers vorkommen müssen, da derselbe in dem horizontalen Durchmesser der Krystalle dichter steht, als in dem vertikalen.

Ist so im ersten Stadium der Ausgleich des aufserhalb der Krystalle befindlichen Aethers erfolgt, hat also dessen Dichtigkeit in horizontaler Richtung abgenommen, so wird die Attraction der Krystalle weniger gehemmt sein und die Vertikalreihen abc ..., $a_1b_1c_1$ ..., $a_2b_2c_2$ ... werden sich einander nähern, daher wird im zweiten Stadium die Querdimension verkleinert.

Die im Innern der Krystalle befindlichen Aetherschichten oder Hüllen sind zwar gleichfalls durch ihre Repulsionskraft angeregt, an der Ausgleichsbewegung des äufseren Aethers Theil zu nehmen, werden aber daran durch die Anziehungskraft der den Krystall bildenden Atome oder Moleküle gehindert und können ihre Bewegungsintension nur dadurch äufsern, dafs sie von Innen heraus drückend auf die Atome oder Moleküle ihres Krystalls wirken und jene Theile desselben wirklich in Bewegung setzen, welche einem Nachbarkrystall zugewendet sind, weil eben nur diese von der entgegengesetzten Seite her einen geringeren Druck auszuhalten haben. Auf solche Weise wird ein Zertheilen der Krystalle erster Ordnung in solche der zweiten, dritten etc. Ordnung bewirkt, so dafs im dritten Stadium nach allen Richtungen hin, also auch in der Zugsrichtung, die Materie sich immer gleichmäfsiger vertheilt (Figur 4).

Fig. 4.



Die aufgeführten 3 Stadien sind in den kurzen Zeitraum einer einzigen Anstrengung innerhalb einer Elasticitätsgrenze eingeschlossen und sind jedenfalls nicht so streng gegeneinander abgegrenzt, wie ich es hier im Interesse der Deutlichkeit geschildert. Hören die Kräfte P und P_1 zu wirken auf, so würde sich, wenn Zeit dazu vorhanden, der status quo ante wieder herstellen; so aber folgen bei den Versuchsmaschinen die Anstrengungen rasch hintereinander und nur die abgelösten Moleküle oder Atome, welche nahe bei einander stehen, können sich wieder zu kleinen Krystallen der

*) Handbuch der speciellen Eisenbahntechnik von Heusinger v. Waldegg Band I, §. 14, Probiren der Schienen.

Digitized by Google

2ten oder 3ten Ordnung vereinigen. Hieraus erklärt sich, warum nicht blos die Zahl der Anstrengungen, sondern auch deren Dauer — Einfluss auf den Bruch haben. (Cf. Wöhler, Zeitschr. f. Bauw. 1863, S. 240 unten.)

Dass bei jeder Anstrengung, also auch schon bei der ersten, der krystallinische Zustand in den amorphen übergeführt werde, möchte ich bezweifeln, da Versuchsstäbe, welche nach wenigen Anstrengungen gebrochen sind, noch immer durchweg krystallinisch erscheinen. Dass aber die regelmäßigen Gestaltungen immer kleiner werden und sich der amorphe Zustand immer mehr herausbildet, je größer die Zahl der Anstrengungen bis zum Bruche war, das beweisen die glatten, oft spiegelnden elliptischen Flächen der Stahlsorten. Auch die wie geflossen aussehenden Stellen in den Eisenbrüchen zeigen, dass von den Hauptkrystallen sich schon kleinere abgelöst haben. —

Mit jeder Verkleinerung der Krystalle ist ein neuer Normalzustand eingetreten, welcher einer neuen Elasticitätsgrenze entspricht — und so darf man bei Eisen und Stahl nicht von einer Elasticitätsgrenze sprechen, sondern muss deren eine ganze Reihe annehmen. Mit jeder neuen solchen Grenze ist aber auch die Widerstandskraft gewachsen — und die „Höherlegung" der Elasticitätsgrenze durch Bearbeitung und allmälige Belastung ist durch viele Versuche erwiesen. —

In Moll's Mechanik findet sich folgende Stelle:

„Je krystallinischer das Gefüge eines Körpers ist, desto „geringer ist seine Festigkeit. Der Bruch solcher Körper „besteht in einer Trennung der kleinen krystallinischen „Gruppen von einander, nicht aber in der Trennung der ein„zelnen Krystalle selbst. Die Zusammenhangskraft zwischen „den einen vollständigen Krystall bildenden Molekülen zeigt „sich demnach größer, als die Zusammenhangskraft der ein„zelnen Krystalle unter einander. — Ein und derselbe Kör„per erhält eine um so größere Festigkeit, je mehr sein „krystallinisches Gefüge in eine gleichförmige Nebeneinander„legung der Atome, den amorphen Zustand übergeführt „wird."

Wenngleich nun die Richtigkeit des obigen Schlusssatzes durch alle Erfahrungen bestätigt wird, so dürfte es doch nicht ganz überflüssig sein, die Ursachen dieser Erscheinung genauer zu untersuchen.

Betrachten wir (Holzschn. Fig. 3) eine Vertikalfaser mit den Krystallen a, b, c ..., deren jeder die Masse m enthält, welche man sich in seinem Schwerpunkt vereinigt denken kann. Setzt man die gleichmäßige Entfernung der Schwerpunkte $= e$ und bezeichnet mit K einen unbekannten Coëfficienten, so kann man wegen der allgemeinen Schwere der „Kerne" zu einander die Kraft, mit welcher b von a angezogen wird, nämlich $A_1 = K\frac{m^2}{e^2}$ (*) setzen.

Denkt man sich nun jeden Krystall in zwei gleich große Krystalle, z. B. a in a' und a'', b in b' und b'' etc. getheilt (siehe Fig. 4) und stellt man sich weiter vor, a' bleibe an der Stelle wo a war, a'' sei in die Hälfte des Zwischenraums ab gerückt, also seine Entfernung von $a_1 = \frac{1}{2}e$ geworden, so wird a'' von a' angezogen mit der Kraft $A_{\frac{1}{2}} = K \cdot \frac{\frac{1}{4}m^2}{\frac{1}{4}e^2}$, was man erhält, wenn man in obiger Gleichung (*) $\frac{1}{2}m$ für m und $\frac{1}{2}e$ für e setzt. Wie man sieht, ist $A_{\frac{1}{2}} = A_1$; es ist also die Anziehungskraft zweier benachbarten Gruppen nach dem Gesetz der Schwere nicht gewachsen.

Nehmen wir aber mehr als 2, z. B. 4 solcher Gruppen an, nämlich a, b, c, d, so wird

b von a angezogen mit der Kraft $K\frac{m^2}{e^2}$

c - a - - - - $K\frac{m^2}{4e^2}$

d - a - - - - $K\frac{m^2}{9e^2}$

Summa der Anziehungskräfte $S_1 = K\frac{m^2}{e^2}\left[1+\frac{1}{4}+\frac{1}{9}\right]$.

Ist aber diese Reihe von Gruppen aufgelöst in die halb so großen Krystalle a' a'' b' b'' c' c'' d' d'', welche in den respectiven Entfernungen $= \frac{1}{2}e$ stehen, so wird

a'' von a' angezogen mit der Kraft: $K\frac{\frac{1}{4}m^2}{\frac{1}{4}e^2} = K\frac{m^2}{e^2}$

b' - a' - - - - $K\frac{\frac{1}{4}m^2}{e^2} = K\frac{m^2}{4e^2}$

b'' - a' - - - - $K\frac{\frac{1}{4}m^2}{\frac{9}{4}e^2} = K\frac{m^2}{9e^2}$

c' - a' - - - - $K\frac{\frac{1}{4}m^2}{4e^2} = K\frac{m^2}{16e^2}$

c'' - a' - - - - $K\frac{\frac{1}{4}m^2}{\frac{25}{4}e^2} = K\frac{m^2}{25e^2}$

d' - a' - - - - $K\frac{\frac{1}{4}m^2}{\frac{36}{4}e^2} = K\frac{m^2}{36e^2}$

d'' - a' - - - - $K\frac{\frac{1}{4}m^2}{\frac{49}{4}e^2} = K\frac{m^2}{49e^2}$

folglich $S_2 = K\frac{m^2}{e^2}\left[1+\frac{1}{4}+\frac{1}{9}+\frac{1}{16}+\frac{1}{25}+\frac{1}{36}+\frac{1}{49}\right]$

Durch Vergleich findet man, dass $S_2 > S_1$ und da a von b, c und d mit derselben Kraft S_1, dagegen a' von a'', b', b'' ..... d'' mit der Kraft S_2 angezogen wird, so ist klar, dass der Zusammenhang von a' mit der vertikalen Faser größer ist, als es der von a war. Was aber von der einen Faser gilt, gilt auch von der Summe aller vertikalen Fasern eines Stabes, und daher dürfte es gerechtfertigt sein, zu behaupten, **dass die Zugfestigkeit eines Stabes mit der Zerlegung der Grundkrystalle bis zum amorphen Zustand wächst.** Allerdings könnte diese vergrößerte Anziehungskraft wieder abgeschwächt werden, wenn die Repulsionskraft des Aethers in gleichem Maafse wüchse. Die Aetheratmosphären der neuen Krystalle werden aber wegen der geringeren Masse der letzteren weniger dicht sein, als zuvor, folglich weniger abstofsend wirken, auch wird der Aether des Körpers sich in einem größeren Raume vertheilen, da, wie weiter unten noch besonders hervorgehoben werden wird, sich das specifische Gewicht eines gedehnten Körpers verringert.

Auch durch ruhende Last kann die Auflösung der Krystalle erster Ordnung erfolgen, wenn nur mit einer hinreichend geringen, allmälig wachsenden Last experimentirt und nach jedem Lastzusatz eine gewisse Zeitdauer gestattet wird, während welcher die Last constant bleibt. Sobald die Theilung der Krystalle erster Ordnung in solche der zweiten Ordnung erfolgt, ist bleibende (plastische) Ausdehnung bewirkt, mithin die erste Elasticitätsgrenze erreicht. So lange aber

Digitized by Google

nur einzelne kleinere Krystalle sich vom Mutterkrystall abgelöst hatten und noch in nächster Nähe lagen, konnten diese nach der Hinwegnahme der Last wieder zu demselben zurückkehren, wodurch die Ausdehnung verschwand oder, besser gesagt, so klein wurde, dafs sie nicht mehr gemessen werden konnte, welcher Vorgang mit „elastischer Ausdehnung" bezeichnet wird. Sind die Krystalle zweiter Ordnung in die der dritten übergegangen, so ist die zweite Elasticitätsgrenze erreicht und es war das Material zwischen dieser und der ersten Grenze eben so elastisch wie vor dieser. So erklärt sich die allmälige Höherlegung der Elasticitätsgrenze durch allmälig gesteigerte Zugkraft, was auch von den angesehensten Autoren bezüglich des Eisens anerkannt ist.*)

In dem aus dem Schwedischen ins Englische und aus diesem durch C. M. Freih. von Weber ins Deutsche übersetzten Werke: Die Festigkeitseigenschaften von Eisen und Stahl von Knut Styffe, Director des Königl. Technol. Instituts zu Stockholm, wird die „Elasticitätsgrenze" mit Rücksicht auf die Zeitdauer und das allmälig wachsende Gewicht in folgender Weise definirt:

„Wird eine Stahl- oder Eisenstange nach und nach „durch wachsend aufgelegte Gewichte gestreckt, welche „anfangs so gering sind, dafs sie eine bemerkbare perma„nente Ausdehnung nicht hervorbringen, aber nach und nach „vergröfsert werden und immer so viele Minuten wirken dür„fen, als das jedesmal neu hinzugefügte Gewicht ein Procent„satz des ganzen Gewichtes ist, dann betrachtet der Ver„fasser als Elasticitätsgrenze das Gewicht, durch welches, „nachdem es in obenangeführter Weise eingewirkt hat, ein „Zuwachs in der permanenten Ausdehnung herbeigeführt „worden ist, welche zu der Länge der Stange in dem Ver„hältnifs von $0{,}_{0}1$ (oder wenigstens annäherungsweise von „$0{,}_{0}1$) von dem Zuwachs des Gewichtes zu dem ganzen Be„lastungsgewichte steht. — Wird das ganze auf die Stange „wirkende Gewicht mit P bezeichnet, das jedesmal hinzu„kommende Gewicht, welches constant sein mag, durch ΔP, „die Länge der Stange mit L, der Zuwachs an der perma„nenten Ausdehnung mit ΔL, welcher durch die Einwirkung „von $P + \Delta P$ hervorgebracht wird, wenn letztere Summe „$100\,\frac{\Delta P}{P}$ Minuten wirken darf, — dann entspricht die Ela„sticitätsgrenze nach obiger Definition dem Gewichte, bei „welchem $\frac{\Delta L}{L}$ = oder zunächst angenähert $0{,}_{0}1\,\frac{\Delta P}{P}$ wird. „Und dieser Ausdruck kann nun auch gegeben werden als:

$$„100\,\frac{\Delta L}{L}\cdot\frac{P}{\Delta P} = 1 \text{ oder doch sehr nahe } 1."$$

Mit dieser sehr weitläufigen Definition sucht Styffe auf ziemlich willkürliche Weise eine von den vielen Elasticitätsgrenzen aus, welche nach meiner obigen Auseinandersetzung zwischen dem ersten Normal- und dem amorphen Zustand liegen.

Die Höherlegung der so definirten Elasticitätsgrenze durch wiederholte Streckung giebt Styffe auf Grund seiner Versuche in Capitel I, Nr. 3 zu.**)

Styffe hat seinem Werke verschiedene Curven beigefügt, indem er die angewendeten Gewichte als Ordinaten, die Ausdehnungen nach Procenten aber als Abscissen auftrug; ich habe eine dieser Curven in Fig. 12 auf Bl. Q*) wiedergegeben. Bemerkenswerth sind hier die verschiedenen Steigungen der Curve, in denen man eine gewisse Periodicität beobachtet, welche mit den verschiedenen Normalzuständen übereinstimmen dürfte. Fig. 13 ist der Anfang der Fig. 12 im vergröfserten Maafsstabe; die Elasticitätsgrenze liegt nahe an jenem Punkt, wo die Curve den kleinsten Krümmungsradius hat. Diese Curven haben eine gewisse Aehnlichkeit mit den Curven 3, 5, 6 derselben Tafel und vielleicht auch gewisse Beziehungen zu denselben, welche mir indessen noch nicht klar geworden sind.

Moll und Reuleaux nehmen (§. 105) an, dafs der Elasticitätsmodul durch Veränderung des Normalzustandes gleichfalls eine Aenderung erfahre, dafs seine Gröfse indessen, wenn der Normalzustand durch bloßen Druck oder Zug verändert wurde, bei einzelnen Materialien, wie z. B. beim Schmiedeeisen, nicht wesentlich beeinflufst werde.

In Uebereinstimmung hiermit hat Wöhler (siehe Zeitschr. f. Bauw. 1860, S. 597, al. 6) durch Biegungsversuche gefunden, dafs die elastische Biegung nicht von der Zunahme der Gesammtbiegung, sondern nur von der Belastung abhängt. Er schliefst daraus, dafs die bleibende und die elastische Formänderung nicht Folgen derselben Eigenschaft der Körper sein können. — Dieselbe Ansicht möchte auch ich, wiewohl aus anderen Gründen, als den von Wöhler angegebenen,**) vertheidigen. Die permanente Ausdehnung hängt nach meiner Hypothese mit der Auflösung der Mutterkrystalle zusammen und diese wird bewirkt durch die Repulsionskraft des zwischen den Krystallen befindlichen Aethers. Die mit der Verlängerung eines Stabes verbundene Verkleinerung der Querschnittsdimensionen ist verhältnifsmäfsig geringer, als erstere, wodurch eine Vergröfserung des Volumens ermöglicht wird, was daraus ersichtlich, dafs das specifische Gewicht durch Streckung abnimmt. (Siehe Styffe S. 71.)

Die elastische Ausdehnung rührt davon her, dafs das Gleichgewicht zwischen den anziehenden Kräften der Kerne und den abstofsenden der Hüllen durch die äufseren ziehenden Kräfte zu Ungunsten der ersteren gestört wird, welche Störung mit der Wirkung der äufseren Kräfte erlischt. Vielleicht darf man sogar noch eine Beschränkung eintreten lassen und sagen: die elastische Ausdehnung beruht auf der momentanen Ueberwindung der allgemeinen Anziehung der Massen (mit Ausschlufs der physikalischen und chemischen Kräfte); sie ist bei gleichmäfsiger Zunahme der ziehenden Kräfte deswegen constant, weil die Masse des gestreckten Stabes constant bleibt.

Dafs aber die von Moll und Reuleaux ausgesprochene Beschränkung der Elasticitätserscheinungen auf „einzelne Materialien" nöthig ist, zeigt Fig. 14 auf Blatt Q. Sie ist dem obenerwähnten Werke von Montefiore-Levi und Dr. Künzel entnommen und stellt in den Ordinaten der ausgezogenen Curve die Gesammtverlängerung eines Stabes aus Phosphor-

*) Vergl. Reuleaux: Constructeur §. 2, al. 3. Moll: Mechanik §. 105.

**) Die folgende Nr. 4, Cap. I scheint dem zu widersprechen; diese Unklarheit rührt vielleicht von der doppelten Uebersetzung her.

*) 8. Jahrgang 1874 der Zeitschrift für Bauwesen.

**) Wöhler sagt, die elastische Dehnung resp. Zusammendrückung ist eine Formänderung der als vollkommen elastisch anzunehmenden Moleküle des Körpers, die bleibende Dehnung resp. Zusammendrückung dagegen eine Verschiebung derselben.

Digitized by Google

bronze in englischen Zollen, bei den auf der Abscissenachse aufgetragenen Belastungen in englischen Pfunden dar, während die Ordinaten der gestrichelten Curve den resp. permanenten Ausdehnungen entsprechen. Die Differenzen der Ordinaten entsprechen den elastischen Ausdehnungen, welche, wie zu ersehen, von 0 bis 22000 Pfd. wachsen und dann bis 33916 Pfd., wo der Bruch erfolgte, abnehmen. Aehnliches zeigt sich bei vielen Curven des angezogenen Werkes.

Vielleicht rührt diese, mit dem Verhalten des nur wenig Kohle enthaltenden Eisens nicht übereinstimmende Erscheinung davon her, dafs sich bei der Auflösung der zusammengesetzten Molekule wieder getrennte Gruppen aus Kupfer oder Zinn oder Phosphor bildeten und die Gruppen des letzteren, flüchtigen Stoffes sich zwischen die übrigen Gruppen lagerten, daher die Wiederannäherung der ersteren verhinderten.

Die oben gegebenen Erklärungen der permanenten und elastischen Ausdehnungen scheinen im Widerspruch zu stehen mit der bekannten Erscheinung, dafs die Ausdehnungen im Allgemeinen schneller wachsen, je näher die Belastung dem brechenden Gewicht kommt (Styffe S. 41 u. 76); sie gelten meiner Ansicht nach auch nur bis zum Eintritt des amorphen Zustandes, sei es, dafs dieser durch oft wiederholte oder allmälig gesteigerte Belastung herbeigeführt ist. Erst mit diesem Zustand ist der Körper ein vollkommen elastischer geworden, insofern man bei nicht absolut homogenen Körpern diesen Ausdruck gebrauchen darf. Während vorher durch jede Vermehrung der Last eine Trennung der Krystalle erstrebt und bewirkt wurde, welche es möglich machte, dafs die Querschnittsdimensionen sich nicht in demselben Maafse verkürzten, wie die Länge wuchs, und permanente Ausdehnung erzeugte, kann von dem Augenblick an, wo die gleichmäfsige Nebeneinanderlagerung der Atome vollendet ist, durch Vergrößerung der äufseren Kräfte keine Volumenvergrößerung mehr eintreten. Die nächste Steigerung der ziehenden Kräfte kann, wenn sie nicht sehr bedeutend ist, nur eine Dehnung der zu ihnen parallelen Dimension und eine Zusammenziehung der Querdimensionen hervorrufen. — Durch das fortgesetzte Steigern der Zugkräfte werden aber die Molekule des Querschnitts gerade so einander genähert, als wenn von Aufsen Druckkräfte auf sie wirkten; es werden also entweder, wie oben Seite 83 angegeben, Molekule aus den Querreihen herausgedrängt, um neue Querreihen zu bilden, oder es werden durch die einander zu nahe gerückten Molekule neue Gruppen gebildet, wodurch der Querschnitt bleibend reducirt wird; denn wenn Zug die Gruppen auflöst, so mufs Druck die Bildung von Gruppen unterstützen.

Gleichzeitig mit der permanenten Verringerung des Querschnitts tritt auch eine permanente Vergrößerung der Länge ein und umgekehrt. So folgen sich nach einander Gruppenbildung und Gruppenauflösung und dies in um so rascherer Folge, als die auf die Quadrateinheit kommende Zuglast doppelt wächst und zwar einmal durch die allmälige Vermehrung der ziehenden Kräfte und dann durch die Herabminderung des Querschnitts, also der Anzahl der tragenden Fasern. — Endlich wird ein Moment eingetreten sein, in welchem der Zuwachs an Last so bedeutend ist, dafs den noch vorhandenen Gruppen nicht Zeit gelassen wird, sich aufzulösen, und also der Bruch durch Abschieben erfolgt.

Ich habe gezeigt, wie der Bruch des Materials durch eine immer mehr gesteigerte Last erfolgt; bezeichnen wir diese Last pro Quadrateinheit des ursprünglichen Querschnittes mit P_b, so wird diese Spannung bei oft wiederholten Dehnungen nicht der unbegrenzten Dauer entsprechen, sondern vielleicht jener kleineren P_a, welche mit dem amorphen Zustand im Gleichgewicht war. Aber auch das glaube ich nicht zugeben zu dürfen, da P_a, sofort zur Anwendung gebracht, eine sehr rasche und ungleichmäfsige Auflösung der Krystalle bewirken, also in einer Faser den amorphen Zustand herbeiführen würde, in anderen nicht, wodurch ein Abschieben gefördert und der Bruch bewirkt würde. Zu dieser Ansicht berechtigt mich der Umstand, dafs bei wiederholt gezogenen Stäben, besonders unter starken Spannungen, Eisenstäbe nach dem Bruch gebogen erscheinen, welche vor dem Versuche ganz gerade waren. Eine solche Biegung aber einer etwaigen nicht achsalen Wirkung der Zugkräfte beimessen zu wollen, ist nicht statthaft, da in den meisten Fällen die vorgefundene Krümmung gerade die entgegengesetzte von jener war, welche durch eine vielleicht vorhandene transversale Wirkung der Versuchsmaschine hätte eintreten müssen. Aehnliches hat auch Styffe beobachtet. (Siehe Seite 19.)

Hieraus ist erfindlich, dafs man als die einer unbegrenzten Anzahl Dehnungen entsprechende Spannung (Launhardt's Ursprungsfestigkeit) u nur $= \frac{1}{n} P_a$ setzen darf. Da man aber den Eintritt des amorphen Zustandes bei den gewöhnlichen Bruchexperimenten nicht beobachten und eben so wenig n bestimmen kann, so ist es wohl am gerathensten, diese Gröfse u oder die „Arbeitsfestigkeit“ a eines Materials nach Wöhler's Methode zu bestimmen. Mit Rücksicht hierauf darf man aber Wöhler's Frage, ob es überhaupt eine Grenze der Anspannung gebe, bei welcher das Material absolut sicher sei, mit „Ja“ beantworten, denn jene Spannung, welche im Stande war, den amorphen Zustand gerade herzustellen, und nicht grofs genug ist, durch Druck in den Querdimensionen Krystalle zu bilden, wird jene in Frage gestellte Grenze der Spannung sein. Die Verwendung des Eisens als Träger bei Hausbauten dürfte daher principiell nicht verwerflich sein, doch scheint es mit Rücksicht auf die durch den Verkehr in und vor den Gebäuden bewirkten oft wiederholten Schwingungen etwas bedenklich, wenn, wie es hier theilweise vorkommen soll, die zulässige Spannung — 1000 Kilogramm pro □ mm oder 146 Ctr. pro □Zoll angenommen und den Berechnungen zu Grunde gelegt wird.

Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dafs, wenn man die Spannung P_b sofort auf einen Stab anwenden wollte, dieser sehr rasch durch Abschieben brechen mufste, weil den Gruppen nicht Zeit bleibt, sich aufzulösen und die Elasticitätsgrenzen neuer Normalzustände anzubahnen; wenn ich nichtsdestoweniger davon rede, so geschieht es, um einen scheinbaren Widerspruch der Experimente Styffe's und Sandberg's zu beseitigen.

Der erstere hat zwischen — 37,7° und + 200° C. Dehnungsversuche angestellt und gefunden (a. S. 121), 1) dafs die absolute Festigkeit des Stahls und Eisens durch Kälte nicht verringert wird, dafs sie aber selbst bei der niedrigsten Temperatur, welche in Schweden vorkommt, mindestens so grofs ist, als bei gewöhnlicher (16° C.); 2) dafs bei

Digitized by Google

grofser Kälte auch die Ausdehnbarkeit von Stahl und Eisen nicht geringer ist, als bei gewöhnlichen Temperaturen. Den durch Erfahrung beglaubigten Umstand, dafs auf Eisenbahnen die Schienen, Radkränze und Achsen bei grofser Kälte leichter brechen, als bei gewöhnlicher Temperatur — was seinen Versuchen widerspricht — sucht Styffe dadurch zu erklären, dafs er annimmt, durch die Kälte würden die Unterlagen härter, also weniger elastisch, und die Wirkung der Stöfse daher intensiver.

Um sich von dem Werth dieser Erklärung zu überzeugen, hat Herr C. P. Sandberg, welcher das Werk Styffe's ins Englische übersetzte, ebenfalls Versuche über das Verhalten des Stahls gemacht und deren Resultate als Anhang seiner Uebersetzung beigefügt.

Sandberg nahm an, dafs die Elasticität des Granits innerhalb der Temperaturgrenzen eines heifsen Sommer- und eines kalten Wintertags nicht variiren werde, liefs einen Granitfelsen planiren, darauf 2 Granitwürfel setzen und legte die zu prüfenden Schienen darauf. Jede Schiene war in zwei Hälften getheilt worden, von denen die eine im Sommer bei ca. + 29 °C., die andere im Winter bei ca. — 12 °C. durch eine Fallkugel von 9 Centnern geprüft wurde. Der Durchschnitt von 10 geprüften Schienen ergab, 1) dafs das Eisen bei der angegebenen Kälte nur $^1/_3$ bis $^1/_4$ der Festigkeit zeigte, welche es bei der Wärme besitzt, und 2) dafs auch die Streck- und Biegbarkeit von der Kälte bedeutend afficirt wurde.

Die Glaubwürdigkeit beider Versuchsreihen läfst sich nicht anzweifeln, ihr Gegensatz aber auf folgende Weise leicht erklären.

Die radialen Bewegungen des Aethers, die sich uns als Wärme fühlbar machen, bringen bei hinreichend langer Dauer dieselbe Zertheilung der Krystalle hervor, wie wiederholte oder allmälig gesteigerte Dehnungen. Die Kälte dagegen, bedingt durch das geringere Maafs der Schwingungen, befördert gerade so wie Druck die Bildung von Gruppen und führt ein geringeres Maafs von Dehnbarkeit herbei, weil krystallinische Körper spröde sind. Sandberg hat nun auf die krystallinisch gewordenen kalten Schienen einen plötzlichen Stofs ausgeübt und sie daher im Winter leichter gebrochen, als im Sommer.

Styffe dagegen hat die Krystalle seiner erkälteten Stäbe durch seine hydraulische Streckmaschine, indem er das Gegengewicht der Stäbe allmälig vergröfserte — allmälig aufgelöst und die mangelnden Schwingungen des Aethers durch mechanische Kräfte ersetzt.

Es liegt mir nun ob, die Brucherscheinungen meiner Versuchsstäbe, wie sie auf Blatt B abgebildet sind, zu erklären.

Wegen der Ungleichmäfsigkeit eines jeden Materials enthalten nicht alle Fasern gleich viel Krystalle; diejenigen Fasern, in welchen sie weniger dicht stehen, werden bei gleichmäfsig über den Querschnitt vertheilter Zugkraft stärker gedehnt und ihre Gruppen werden schneller aufgelöst. Durch den Aether geschoben, drängen sich sofort aus den reicheren Fasern Molekulargruppen, wenn auch erst 2ter und 3ter Ordnung, nach der am meisten bedrohten Faser, um den Ausgleich zu bewirken; daher rührt das strahlenförmige Ansehen der Bruchflächen Fig. 1, 2, 4 und 5 von Stahl und Phosphorbronze. Bei den Figuren 2 und 3 ist dies weniger zu bemerken, weil Schlackentheile, Oxyde etc. den Ausgleich mehr hindern. Die Fasern, welche also jener schwächsten Faser näher liegen, als die übrigen, werden mehr ausgedehnt, als jene, und nach und nach über den amorphen Zustand hinausgeführt, wo sie schon beginnen, weniger Tragfähigkeit zu besitzen, also auch wohl reifsen. Der wirksame Querschnitt wird nach und nach kleiner und die constant gebliebene Kraft des Dynamometers wird zur Bruchlast für den noch krystallinischen Rest des Querschnittes, welcher daher aussieht wie eingesägtes und mit dem Hammer abgeschlagenes Metall.

Dafs der Einbruch bei gebogenen Stäben von rechteckigem Querschnitt meist an der Ecke erfolgt, ist erklärlich, weil das Nachströmen der Moleküle dorthin weniger leicht als nach jedem anderen Punkte erfolgen kann. Dafs aber ein solches Fluthen der Moleküle stattfindet, ist nicht nur aus der muschelförmigen Vertiefung in der neutralen Achse des Holzschnittes Fig. 5, sondern auch aus den Figuren 20 und 21 auf Blatt B, am meisten aber aus den Originalen der Figuren 23 und 24 deutlich zu ersehen.

Fig. 5.

Aus Fig. 28 ist zweifelsohne zu erkennen, dafs die neutrale Schicht des gebogenen Stabes höher gelegt ist und wohl auch eine andere Richtung angenommen hat, wodurch jene Fasern, die zu Anfang des Versuchs gar nicht angegriffen waren, gegen das Ende derselben gedehnt wurden, andere dagegen, welche anfangs gedrückt waren, nun zur Ruhe gekommen sind, wodurch es denn — mit Rücksicht auf die Erhöhung der Festigkeit durch Dehnung — möglich wird, dafs nach und nach die ursprüngliche Druckseite widerstandsfähiger geworden ist. Mit Rücksicht auf dieses Fliefsen der Moleküle von der Druckseite nach der Zugseite wird man es nun wohl erklärlich finden, dafs ich mich bereits oben dagegen ausgesprochen, wenn Zug- und Biegungsversuche mit einander combinirt wurden. Hiermit hängt auch der Umstand zusammen, dafs die Bronzen eine gröfsere Faserspannung bei der Biegung, als bei der Dehnung vertragen.

Wie schon oben bei Beschreibung der Zeichnungen auf Blatt B erwähnt, zeigt sich bei gebogenen Stahlstäben an der Oberkante der Bruchflächen eine schmale, gegen letztere um ca. 45 ° geneigte Ebene, welche offenbar abgeschoben ist, denn es tritt nach Wöhler das Maximum der Abscheerungskraft bei einem Abscheerungswinkel von 45 ° ein. Es ist Wöhler nicht gelungen, Gufsstahl und Eisen zu zerdrücken, weil die Stäbe sich sämmtlich bogen, selbst als das Verhältnifs zwischen Länge und Durchmesser etwa wie 3 : 1 angenommen wurde. Gufseisen dagegen brach unter 45 ° gegen die Achse und zeigten sich aufserdem noch auf der Bruchfläche senkrecht stehende Risse.

Zerstörung durch Druck kann eigentlich nicht direct bewirkt werden, indem derselbe Annäherung der Moleküle und Bildung von Krystallen hervorruft.*) Die Trennung des Materials kann also nur entweder 1) durch Abschieben der letzteren oder 2) durch Knicken, oder 3) dadurch erfolgen, dafs sich die Querschnitte an den Enden nach der Mitte zu

*) Cf. Winkler, Lehre von der Elasticität und Festigkeit S. 39.

Digitized by Google

immer mehr vergrößern, wodurch am Rande Mangel an Molekülen entsteht und dieser berstet. Letztere Bruchweise tritt jedoch nur bei zähen Körpern ein.

Mit dem letzteren Vorgang mag auch zusammenhängen, daſs abwechselnd auf Zug und Druck beanspruchte Metalle rasch zerstört werden, so zwar, daſs Wöhler auf Grund seiner Versuche den Satz aufstellen konnte: „Constructionstheile, welche positiv und negativ angestrengt sind, müssen im Verhältniſs wie 9 : 5 stärker gemacht werden, als solche, deren Inanspruchnahme nur in einem Sinne erfolgt.“ An der Richtigkeit der Erscheinung kann nicht gezweifelt werden, aber ihre Erklärung liegt nicht so ganz offen da. Launhardt's Erklärung in der Zeitschr. des Arch. und Ingenieur-Vereins zu Hannover kann nicht vollständig genügen, da er den Fall betrachtet, wo die Elasticitätsgrenze nach beiden Seiten hin überschritten wird. Auch Wöhler's Erklärung, welche darauf beruht, daſs die die Schwingungen eingrenzenden Spannungen für die Zerstörung des Zusammenhangs maaſsgebend seien und daſs bei aufeinander folgenden Zug- und Druckspannungen diese Differenz aus der Summe der beiden Spannungen bestehe, ist nicht ganz ausreichend. Es ist wohl glaublich, daſs wenn eine Faser AB um die Länge BC ausgedehnt wird, eine geringere Veränderung in den Molekularzuständen vorgeht, als wenn dieselbe Faser um BD ausgedehnt wird, wo BD gröſser als BC ist; aber es darf meines Dafürhaltens nicht ohne Weiteres geschlossen werden, daſs eine Ausdehnung BC + einer Zusammendrückung BC_1 dieselbe schädliche Molekularveränderung hervorbringe, wie die Ausdehnung BC, wenn $CC_1 = BD$ ist. Man sollte eher glauben, daſs, wenn die Ausdehnung BC, sei es durch die Attraction der Kerne, sei es durch äuſseren Druck, vernichtet wäre, die Faser wieder in jenen Normalzustand zurückgekehrt sei, in welchem sie bei der Länge AB war, daſs demnach die Verkürzung BC_1 nicht schädlicher sein könne, als wenn sie von dem betreffenden Normalzustande aus ohne vorherige Ausdehnung stattgefunden hätte. Man wird, glaube ich, nur dann eine befriedigende Erklärung geben können, wenn man mit Moll und Reuleaux (S. Moll's Mechanik §. 101) für einen und denselben Normalzustand zwei zusammengehörige Elasticitätsgrenzen, die eine für Zug, die andere für Druck annimmt.

Wird nämlich durch wiederholten Zug die Zug-Elasticitätsgrenze höher gelegt, d. h. wird die Attraction vergröſsert, die Repulsion verkleinert, so wird damit die dem früheren Normalzustande entsprechende Druckelasticitätsgrenze herabgemindert; während also bei einem Zug die Ausdehnung BC noch innerhalb der elastischen Ausdehnung lag, wird die gleich groſse Zusammendrückung BC_1 zum Theil schon eine permanente Verkürzung bewirken und so nach einiger Zeit der Bruch durch Abscheiben erfolgen. Es ist aber auch möglich, daſs durch Druck eine Ausbiegung nach einer Seite oder, wie oben angeführt, eine Ausdehnung sämmtlicher Fasern in der Peripherie herbeigeführt wird, so daſs sich dann entweder in einigen oder in allen Fasern derselben ein anderer Normalzustand ausbildet, als in den der Achse zunächst gelegenen Fasern, wodurch die ziehenden Kräfte auf einen kleineren Querschnitt wirken und so bei der relativ gröſseren Spannung den Bruch durch Zug herbeiführen. Die continuirlich gedrehten Stäbe können kein Urtheil über die Richtigkeit oder Unrichtigkeit meiner Ansicht abgeben, da bei ihnen jede Faser während der einen halben Umdrehung convex, während der anderen Hälfte concav gebogen wird. Wollte man auf dem Wege des Experiments Klarheit in die Sache bringen, so müſste man neue Versuchsmaschinen construiren, um achsale oder transversale positive Beanspruchung in die bezügliche negative verwandeln zu können, — das Ansehen der Bruchflächen würde dann entscheidend sein. Auf diesem Wege wäre es dann auch möglich, die von Hrn. Prof. Launhardt angeregte Frage zu beantworten, wie die Arbeitsfestigkeit sich herausstellt, wenn die Beanspruchung absolut genommen in dem einen Sinn gröſser, als im anderen angenommen wird. Ich glaube nicht sehr zu irren, wenn ich annehme, daſs ein schwacher Druck bei einem bereits in den „amorphen Zustand“ übergegangenen Stab eher günstig als ungünstig auf die unmittelbar darauf folgende Ausdehnung wirken wird und umgekehrt. —

Auch bezüglich der weiteren von Wöhler gemachten Beobachtung (s. Jahrg. 1874, Seite 478), daſs in den Grenzen + 440 und + 240 Ctr. Schwingungen mit gleicher Sicherheit gegen Bruch stattfinden können, wie zwischen + 300 und 0, dürften weitere Versuche nothwendig sein.

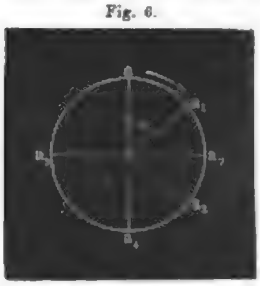
Vermöge der Construction der Maschinen für Biegung und Zug muſs durch das Dynamometer zuerst dem zu prüfenden Stab eine Spannung von 240 Ctr. in der äuſsersten Faser gegeben werden und dann wird die der oberen Grenze von 440 Ctr. entsprechende Spannung in dasselbe Dynamometer gelegt; es ist also durch die erste Spannung schon ein ganz anderer höherer Normalzustand hervorgebracht worden, als jener bei der Spannung = 0. Es ist wohl erlaubt zu fragen, welcher Normalzustand eintreten würde, wenn man zuerst die Spannung von 440 Ctr. geben und dieser dann die niedrigere von 240 Ctr. folgen lassen würde! Es dürfte sich vielleicht dasselbe Resultat herausstellen, als wenn man jene oben mit P_1 bezeichnete Kraft sofort auf einen Stab einwirken lassen wollte. Die Beantwortung dieser Fragen dürfte für den praktischen Brückenbau nicht ohne Einfluſs sein. Das Eigengewicht der Construction entspricht jener unteren Grenze von 240 Ctr., und wenn dann die Verkehrslast eine weitere Erhöhung der Spannung um 200 Ctr. hervorbrächte, so wäre dadurch erst die zulässige Gesammtspannung von 440 Ctr. erreicht. Sieht man dies Eigengewicht als gleichmäſsig vertheilt an, so ist die von diesem hervorgebrachte Vertikalkraft bei den Auflagern ein Maximum, dagegen in der Mitte = 0, es werden also die auf Zug beanspruchten Fachwerkstäbe bei den Auflagern durch Höherlegung der Elasticitätsgrenze in einen für die äuſsere Belastung günstigeren Normalzustand eingetreten sein, als die Fachwerkstäbe in der Mitte des Trägers; jene werden also bei der Gesammtlast von 440 Ctr. vielleicht unbegrenzte Dauer zeigen, weil sie von 240 auf 440 Ctr. Spannung steigen dürfen, diese dagegen nicht, weil sie von 0 bis 440 Ctr. gehen, während 300 die richtige Grenze ist. Wollte man also an beiden Orten die zulässige Spannung = 110 Ctr. annehmen und darnach die Querschnitte berechnen, so würde man an den Auflagern 4-, in der Mitte nicht einmal 3malige Sicherheit haben. — Beobachtungen über die Dehnungen der Gitterstäbe an ausgeführten Fachwerkträgern dürften daher nicht ohne Interesse sein.

Digitized by Google

Mich zurückwendend zur Beschreibung der auf Blatt B nachgebildeten Bruchflächen, will ich versuchen, die Gestaltung der Figuren 11 — 15, welche sich auf continuirliche Drehung beziehen, zu erklären.

Zieht man bei Stahl (Fig. 11 und 12) nach dem sich deutlich als Mittelpunkt der Strahlen zeigenden Einbruch (am Scheitel der beiden Figuren) einen Radius, so bemerkt man eine auf diesem senkrecht stehende Gerade, welche die kreisförmige Bruchfläche in zwei ungleiche Abschnitte theilt, von denen der dem Einbruch zunächst liegende — feinkörnig und matt, der andere grobkörnig und theilweise krystallinisch glänzend ist. Dem Anschein nach widerspricht diese eigenthümliche Erscheinung, welche fast auf Schweifsfugen deuten könnte, wenn Gufsstahl dergleichen hätte, dem oben aufgestellten Satz, „dafs bei gebogenen Stäben der Einbruch nur auf der Zugseite erfolgt und die an ihn grenzende Fläche in den amorphen Zustand übergeht", da bei diesen Stäben jede Faser während der einen halben Umdrehung gezogen, während der anderen Hälfte dagegen gedruckt wird. Der Hergang dürfte jedoch folgender sein.

Fig. 6.



Ist der Einbruch a durch Zug erfolgt, so wird, wenn die betreffende Stelle sich wieder oben befindet, die Biegung des Stabes, weil die wirksamste Faser aufgehört hat zu wirken, gröfser sein, als wenn er sich um den Winkel α gedreht hat und jene Stelle a nach a_1 oder gar in den horizontalen Durchmesser nach a_2 (in die neutrale Schicht) gelangt, während eine gesunde Faser in den Scheitel gerückt ist. Bei weiterem Fortschreiten nach a_3 oder a_4 bis a_5 verursacht die gebrochene Faser keine gröfsere Biegung, da die Bruchenden sich nunmehr gegeneinander stützen.

Ja, es ist sogar möglich, dafs die Biegung während der letzten halben Umdrehung geringer ist, als während der ersten. Ist nämlich, was wahrscheinlich, vor dem Bruch eine bleibende Ausdehnung der Faser a und der ihr zunächst liegenden Fasern eingetreten, so wird der Stab bleibend nach unten gebogen; er würde aber nach halber Umdrehung aufwärts gebogen erscheinen, wenn nicht die am freien Ende fortwährend nach der Richtung der Schwere wirkende Dynamometer-Spannung ihn streckte, also möglicher Weise gerade richtete. Keinenfalls aber wird die sich oben befindliche Faser so stark gebogen, als wenn die Elasticitätsgrenze der unten befindlichen Faser nicht überschritten worden wäre.*)

So dürfte nun klar gemacht sein, dafs, wenn die Faser a culminirt, die ihr zunächst liegenden Fasern ihre Maximalspannung erreichen, wodurch der amorphe Zustand des angrenzenden Segmentes herbeigeführt wird. An dem a diametral gegenüberstehenden Theil der Peripherie sind die Krystalle gröfser, als in der Nähe der die beiden Abschnitte trennenden Sehne, woraus man schliefsen darf, dafs die hier befindlichen Krystalle sich bereits in einem höheren Stadium der Auflösung befunden haben, als jene. —

Bei Eisen (Figur 13 — 15) treten ähnliche Erscheinungen ein, wie bei Stahl, nur sind dieselben nicht so bestimmt begrenzt, wie bei Stahl, woran die gröfsere Unregelmäfsigkeit des Materials Schuld ist.

Wird die Ausgleichung des Aethers, folglich die Amorphisirung der Masse an irgend einer Stelle durch Schlackeneinschlüsse oder Schweifsfugen gehindert, so können an anderen Stellen weitere Einbrüche erfolgen, deren jedem eine besondere Sehne entspricht. —

Die S-förmige Feder, deren Bruchstück durch Fig. 16 dargestellt wird, war an den Angriffspunkten der Last und der Kraft schmäler, als in der Mitte; es hat sich die Zugkraft also, wie die Figur zeigt, nicht über den ganzen Querschnitt gleichmäfsig vertheilt, daher ist der Einbruch in der Mitte erfolgt und wir erblicken daher wieder die elliptische Begrenzung der amorphen Fläche, wie bei den gebogenen Stäben. —

Fig. 7.

Der Holzschnitt Fig. 7 zeigt, dafs die Bruchfläche eines nach zwei Richtungen verwundenen Eisenstabes aus einem Doppelkegel besteht; diese Erscheinung bestätigt die Richtigkeit der Wöhler'schen Ansicht (s. Zeitschr. f. Bauw. 1870. S. 80 u. 82), dafs Torsion auf Abscheerung zurückgeführt werden könne und „dafs die Maximal-Abscheerungsspannung ebensowohl in einer unter 45° gegen die Achse gebildeten Kegeloberfläche, als in einer geraden Schnittfläche liegt."

Während bei Eisen und Stahl die dem Einbruch zunächst liegenden Stellen matt aussehen, erscheinen sie bei Bronze glänzend, ja bei Phosphorbronze ist die entgegengesetzte Seite gewöhnlich dunkelbraun oder schwärzlich gefärbt. Für diese Erscheinung habe ich keine andere Erklärung, als allenfalls die allerdings sehr gewagte, dafs nach der Auflösung der Krystalle in Moleküle auch noch eine theilweise Auflösung dieser in ihre Atome und eine Wanderung derselben erfolge, so dafs die helleren Stellen reicher an Zinn sind, die dunkleren dagegen mehr Kupfer und Phosphor enthalten. Eine chemische Untersuchung hat, weil nur sehr geringe Quantitäten dazu geliefert werden konnten, bis jetzt kein genügendes Resultat geliefert. — Bilden sich aber bei jeder Phosphorbronze, ähnlich wie bei der gewöhnlichen Bronze, zweierlei Legirungen, eine weichere und eine härtere, dann wäre ein Wandern der ersteren nach dem Einbruch hin nicht unmöglich.

Auf Grund meiner Beobachtungen hinsichtlich des Aussehens der Bruchflächen glaube ich nun der von vielen Technikern vertretenen Ansicht, das Eisen werde durch oft wiederholte Anstrengungen krystallinisch, entgegentreten zu müssen, indem Zug und Biegung dazu beitragen, die vorhandenen Krystalle aufzulösen; nur allein der Druck vermag deren zu bilden. So sehen wir denn auch, dafs die Schienenoberflächen, als auf der Druckseite liegend und einem weiteren Vertikaldruck ausgesetzt, krystallinisch und damit hart werden. — Ob übrigens unregelmäfsige Erschütterungen die Krystallbildung befördern, dürfte erst noch durch Versuche constatirt werden müssen. Wöhler hat auch

*) Zeitschr. f. Bauwesen 1863, S. 245. Es ist durch Hin- und Rückbiegung ein Zustand des Körpers hergestellt, durch welchen die Widerstandsfähigkeit desselben gegen weitere Biegung im Sinn der Rückbiegung im hohen Grade vermehrt wird.

Digitized by Google

in dieser Beziehung zwei Versuche angestellt (Zeitschr. für Bauw. 1860, S. 590) und zwar mit continuirlich gedrehten Stäben, bei welchen die Erschütterungen durch regelmäfsig wiederkehrende Prellschläge eines Hammers hervorgebracht wurden; es zeigte sich, dafs durch diese der Bruch nicht unerheblich gefördert wurde.

Aus den Bruchflächen läfst sich in der Regel erkennen, auf welche Weise der Bruch erfolgte, ob in Folge oft wiederholter Anstrengungen oder durch plötzliche Einwirkung einer grofsen Last. Es ist dies nicht unwichtig für die Praxis. Bei Eisenbahnunfällen entstehen oft Streitigkeiten über den Schadenersatz. Angenommen, es wäre auf der Bahn A eine Entgleisung vorgekommen und man fände bei der Untersuchung über die Veranlassung des Unglücks eine gebrochene Schiene und die gebrochene Achse eines der Bahn B gehörenden Wagens, so könnte die Frage entstehen, wer den Schaden zu bezahlen hat, was mit der weiteren Frage zusammenhängt, ob erst die Achse gebrochen ist und in Folge eines Stofses alsdann die Schiene, oder umgekehrt. Die Beantwortung dieser Frage dürfte nicht schwer sein, wenn man den amorphen oder krystallinischen Zustand der Bruchflächen, das Vorhandensein eines „Einbruchs" des „Halbstrahlenbüschels" etc. berücksichtigt, wozu Blatt B hinreichende Anhaltspunkte bietet.

Es erübrigt nur noch meine Ansicht mitzutheilen über die Eingangs dieses Aufsatzes erwähnte Befürchtung, dafs die vielfach wiederholte Bewegung der Moleküle durch Wärme gleichfalls auf die Zerstörung des Zusammenhangs hinwirke. — Allerdings zertheilt Wärme, wie schon erwähnt, die Krystalle, aber es findet dabei Ausdehnung nach allen Richtungen hin statt und bei gleichmäfsiger Erwärmung sind die Spannungen, wenn der amorphe Zustand eingetreten ist, in den Querdimensionen gerade so grofs wie in der Länge; es kommt also weder eine Verminderung des Querschnitts, noch neue Gruppenbildung vor und es kann daher ein Bruch nicht erfolgen, so lange der Aggregatszustand nicht geändert wird.

Ich habe Krupp'schen Achsenstahl härten lassen und dann gebrochen; das Gefüge war viel feiner und matter, als bei nicht gehärtetem. Wurde aber der Stahl erst überhitzt (verbrannt) und dann gehärtet, so war das Gefüge um so mehr dem des ungehärteten ähnlich, je länger die ungewöhnliche Erhitzung gedauert hatte; noch gröber kugelig erschien das Gefüge bei verbranntem nicht gehärteten Stahl. Auch verbranntes Eisen zeigt ein kugeliges Gefüge.

Hieraus scheint zu resultiren, dafs selbst Rothglühhitze noch keine Gruppen bildet, dagegen höhere und andauernde Hitze einen wahren Sturm in den Aetheratomen hervorbringt, so zwar, dafs dieselben sich beim Erkalten wieder zu solchen unregelmäfsigen Gruppen ansammeln, wie wir sie nach dem Schmelzen der Metalle in den Gufsstücken finden.

Die obenerwähnten Versuche Styffe's, welche darthun, dafs die absolute Festigkeit von Stahl und Eisen bei hohen Temperaturen bis zu 200° C. nicht ab-, bei weichem Eisen sogar zunimmt, dürften genügen, Hrn. Bauinspector G. Müller zu widerlegen, welcher in der Zeitschrift des öster. Ing.- u. Architektenvereins 1873, S. 199 sagt: „Nehmen wir den „Fall an, dafs im Verlauf von 24 Stunden ein Brückenstab „eine Schwankung der Temperatur von 15° C. durchmacht, „so beträgt die gesammte Längenänderung $0{,}_{000022}$ seiner „Länge. Ebenso grofs ist die elastische Längenänderung „bei einer Belastung bis zu $^1/_2$ Elasticitätsgrenze. Es spricht „alles dafür, dafs dieser einmalige Temperaturwechsel ganz „dieselbe Wirkung auf den Brückenstab ausübt, wie die „einmalige Belastung" etc.

Zum Schlufs kehre ich noch einmal zur Tafel Q zurück. Ein Blick auf diese zeigt, dafs in fast allen Polygonen irgend ein Punkt vorkommt, von welchem an die Ordinaten sehr rasch wachsen; ich möchte diesen Punkt mit jenem vergleichen, welcher in der Styffe'schen Ausdehnungscurve Fig. 13 dem kleinsten Krümmungsradius entspricht, in dessen Nähe auch die Elasticitätsgrenze liegt, und vermuthe, dafs die diesem Punkte entsprechende Abscisse, d. i. die Belastung, einem für das Material besonders wichtigen Normalzustand, vielleicht jenem entspricht, wo das unregelmäfsige krystallinische Gefüge in ein regelmäfsigeres, mit mehr ausgebildeten Krystallen versehenes übergegangen ist. Bis zu diesem Punkte hängt vielleicht die Zahl der den Bruch bewirkenden Anstrengungen von der Individualität des Versuchsstabes, z. B. den beigemengten fremden Theilen ab, während nachher die allgemeinen Eigenschaften des Materials mehr zur Geltung gelangen. Daher mag es denn wohl kommen, dafs vor diesem Punkte Unregelmäfsigkeiten der Polygone häufiger erscheinen, als nachher. Dafs aber selbst unhomogene Einschlüsse durch kleine, oft wiederholte Anstrengungen in eine weniger schädliche Lage gebracht werden, dürfte nicht ganz unmöglich sein.

Denkt man sich z. B. eine dünne Schlackenschicht einen Stab quer durchsetzend, so kann diese durch kleine Dehnungen und die damit verbundenen Querschnittseinziehungen in mehre Theile getheilt werden, die sich möglicherweise durch die Strömungen des Aethers zur Zugsrichtung parallel stellen und alsdann der Auflösung der Krystalle weniger hemmend entgegen wirken, als vorher. Die Anziehungskraft der homogenen Moleküle zu beiden Seiten der trennenden Schicht war wohl durch diese vermindert, aber nicht aufgehoben und es konnte noch ein Gleichgewicht bestehen zwischen dieser Anziehungskraft und der durch die äufsere Kraft gesteigerten Repulsionskraft des Aethers. Eine gröfsere äufsere Kraft hätte jedoch die sofortige Trennung des Stabes in jener Schlackenschicht hervorgebracht.

Je weniger sich dieser Punkt bei dem Polygon eines Materials bemerklich macht, für um so gleichmäfsiger und reiner dürfte dasselbe gehalten werden müssen. Es zeigt sich dies in dem Polygon Fig 9 des Stangenkupfers — und aus Fig. 7 dürfte hervorgehen, dafs der Krupp'sche Gufsstahl jetzt gleichmäfsiger und bei weitem fester geworden ist, als er im Jahre 1862 war.

Die Zeit und der Raum dieser Blätter erlauben mir nicht, noch mehr Thatsachen zur Begründung meiner Hypothese vom „amorphen Zustand" der Metalle anzuführen, das Mitgetheilte dürfte aber auch genügen, andere Beobachter zur weiteren Forschung anzuregen.

Weit entfernt, alles das, was ich aus dem Aussehen der Bruchflächen abstrahirt, für unumstöfslich wahr zu halten, sehe ich Berichtigungen gern entgegen und werde mich besonders freuen, wenn mir Gelegenheit werden sollte, allenfallsige Zweifel durch Vorzeigung der Originalbruchstücke und deren vergröfserte Photographieen persönlich zu beseitigen.

Spangenberg.

Digitized by Google

Anhang.

In dem sehr interessanten Werke des Herrn G. Montefiore-Levi & C. Künzel, Essais sur l'emploi de divers alliances et spécialement du Bronze phosphoreux, findet sich S. 111 als Durchschnittsresultat der von Herrn M. David Kirkaldy zu London angestellten Versuche die Zugfestigkeit der gewöhnlichen Bronze zu 23156 Pfd. pro engl. □Zoll angegeben, was mit 1628 Kil. pro □^{mm} übereinstimmt, während die der Phosphorbronze 36047 Pfd. pro □Zoll = 2535 Kil. pro □^{mm} beträgt.

Aus den Versuchen des Herrn Obersten Uchatius in Wien ergiebt sich die Zugfestigkeit

der Phosphorbronze	= 3340 bis 5660 Kil. pro □^{mm},
des Geschützstahls	= 5000 - - -
der normalen Geschützbronze	= 2200 - - -

Nach den auf der kaiserl. Werft in Kiel ausgeführten Versuchen schwankt die Zugfestigkeit der Phosphorbronze zwischen 39,2 und 45,7 Kil. pro □^{mm}. Bezüglich der Ursachen, denen die entschieden gröfsere Festigkeit der Phosphorbronze gegenüber der gewöhnlichen Bronze zuzuschreiben ist, findet sich S. 28 des angezogenen Werkes die folgende Stelle:

En ajoutant à du vieux bronze en fusion, peu d'instants avant la coulée, une quantité de bronze phosphoreux d'une teneur connue en phosphore, et ayant reconnu par l'expérience que le phosphore en combinaison avec une grande proportion de cuivre et d'étain n'est éliminé que très-lentement par l'action de la chaleur, nous pouvions avoir la certitude que toute diminution dans la quantité de phosphore ajoutée au vieux bronze correspondait presque exactement à l'oxygène contenu dans ce bronze; cinq essais faits dans ces conditions nous ont donné les résultats suivants

Phosphore ajouté	Phosphore trouvé dans le bronze coulé	Différence dans la teneur en phosphore	Oxygène correspondant à cette différence
0.110	0.030	0.080	0.103
1.133	1.033	0.100	0.129
2.470	2.340	0.130	0.168
0.580	0.260	0.320	0.413
1.000	0.910	0.090	0.116

Ces essais démontrent que le bronze refondu plusieurs fois au contact de l'air absorbe de l'oxygène. Il est, de plus, évident que cet oxygène est à l'état d'oxyde dissous, probablement d'oxyde d'étain; car, si au lieu d'être en combinaison, cet oxygène se trouvait à l'état libre, il devrait se séparer du métal au moment du refroidissement, comme cela se produit pour le cuivre, le nickel, etc., et l'on trouverait, par suite des vides ainsi produits, une différence bien supérieure à tout ce que nos essais ont démontré exister entre le poids spécifique des barres entières et celui des pièces détachées.

Schliefslich folgen hier noch einige die Eigenschaften der Phosphorbronze betreffende Stellen aus einem im Ingenieurverein zu Iserlohn gehaltenen, durch die Gefälligkeit des Herrn Höger mir zur Disposition gestellten Vortrage des Hrn Director Dr. Grafs:

„Nachdem constatirt war, dafs ein Oxydgehalt die Qualität der Bronze bedeutend verringere, stellte Dr. Künzel Versuche über den Einfluss eines gröfseren oder geringeren Phosphorgehaltes, eines theilweisen Ersatzes des Zinns durch Phosphor, auf die Qualität der Bronze an, nachdem zuvor durch Tractionsversuche bewiesen war, dafs Kupfer mit ½ bis 1 % Phosphorgehalt eine um über das Doppelte gröfsere absolute Festigkeit, als reines Kupfer habe. Diese Versuche führten zu dem Resultate, dafs durch Einführung von ⅛ bis 2½ % Phosphor in die Bronze die absolute Festigkeit bis doppelt so grofs, als die Festigkeit der besten gewöhnlichen, oxydfreien, d. h. künstlich desoxydirten Bronze sei, dafs sich die Zähigkeit, d. i. die Ausdehnung vor dem Zerreifsen hierdurch bis auf das Sechsfache steigern liefse und dafs man bei gewissen Zusammensetzungen Härtegrade erreichen könnte, die denen des Stahls gleichkommen.

Eine Erklärung dieser Festigkeitssteigerung sucht der Erfinder der Phosphorbronze in der Existenz einer krystallisirenden, höchst constanten Verbindung aus 1 Th. Phosphorbronze und 9 Th. Zinn, die dem äufseren Ansehen nach dem Zink höchst ähnlich ist und einen mit diesem ungefähr gleichen Schmelzpunkt hat, d. i. also einen um 150° C. höher liegenden Schmelzpunkt, als reines Zinn. Er führt die nicht zu bestreitende Thatsache an, dafs zwei Metalle, die, wenn geschmolzen, langsam abkühlen, krystallisiren, wie z. B. Kupfer und Zink, oder zwei Metalle, die, wenn geschmolzen, durch langsames Abkühlen nicht krystallisiren, wie Blei und Zinn, zusammengeschmolzen in irgend welchen Verhältnissen homogene Legirungen geben, wie z. B. Messing, Muntz-Metall (für Schiffsbeschläge) und die verschiedenen Blei-Zinn-Legirungen, während Legirungen aus einem krystallisirenden Metalle und einem solchen, welches beim Uebergang aus dem flüssigen in den festen Zustand schwer oder nicht krystallisirt, wie z. B. Kupfer und Blei, Kupfer und Zinn etc., stets bei langsamem Abkühlen der flüssigen Legirung in 2 oder mehrere Legirungen zerfallen, also nicht homogene Legirungen geben. Weil nun in der Phosphorbronze anstatt des nicht krystallisirenden Zinnes das gleich dem Zinke krystallisirende Phosphorzinn eingeführt wird, ist die Phosphorbronze stets homogener und von constanterer Zusammensetzung, als gewöhnliche Bronze."

Schliefslich noch die Erklärung, dafs bisher keine andere Phosphorbronze als die von der Firma „Georg Höper & Co. in Iserlohn" gelieferte auf der Station der Königl. Gewerbeakademie geprüft worden ist und daher andere Fabrikanten nicht befugt sind, die von mir mitgetheilten Resultate auf ihre Fabrikate auszudehnen.

Spangenberg,
Professor an der Königl. Gewerbe-Akademie zu Berlin.

Anderweitige Mittheilungen.

Ueber Bestimmung der Maximalmomente von Eisenbahnbrücken für concentrirte Belastung.

(Mit Zeichnungen auf Blatt D und E im Text.)

Die Gurtungsspannungen eines Trägers sind abhängig von dem Angriffsmoment der äufseren Kräfte und erfordert die nothwendige Bestimmung der betreffenden Maximalmomente Zeit raubende Rechnungsoperationen. Zur Vermeidung derselben soll in Nachfolgendem kurz der Gang eines durch langjährige praktische Anwendung erprobten Weges angegeben und für einen bestimmten Normalzug durchgeführt werden.

Allgemeine Entwickelung der Gleichung zur Bestimmung der Maximalmomente.

Als Anhaltspunkt bei Bestimmung der Curve für die Maximalmomente von concentrirten Lasten dient die für einseitige, jedoch gleichmäfsig per Längeneinheit über einen Balken vertheilt angenommene Belastung, deren Gleichung:

$$\mathfrak{M}_x = p_0 l x + \frac{p_1 - p_0}{2} x^2 - \frac{p_1}{4l} x^3 \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

wenn mit $2l$ die Stützweite,
- p_0 das Eigengewicht per Längeneinheit,
- p_1 die variable Belastung per Längeneinheit

und Rippe bezeichnet wird. Diese Curve erreicht ihr Maximum für $x = 2l\left(\frac{p_1 - p_0}{3p_1} - \sqrt{\frac{p_0}{3p_1} + \left(\frac{p_1 - p_0}{3p_1}\right)^2}\right)$ (2)

Gleichung (1) hat die Form:

$$\mathfrak{M}_x = \alpha x + \beta x^2 - \gamma x^3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Werden die Coëfficienten α, β, γ so bestimmt, dafs diese Curve mit derjenigen der Maximalmomente, die sich aus der concentrirten Belastung ergiebt, drei Punkte gemeinschaftlich

Digitized by Google

hat, oder zwei Punkte und die Bedingung enthält, dafs die Curve, entgegen der Gleichung 2, ihr Maximum für $x = l$ erreicht, also hierfür eine zur Abscissenaxe parallel laufende Tangente besitzt, so werden diese beiden Curven nahezu congruent sein. Herr von Pauli stellte diese Gleichung als die der concentrirten Belastung am meisten angenähert, zuerst in dieser Form auf. Bezeichnet:

$\mathfrak{M}_l$ das Maximalmoment in der Mitte des Balkens,

$^{m}\mathfrak{M}_{l_2}$ dasselbe in $^1/_4$ der Stützweite,

so erhält man die Gleichung für die gesuchte Curve:

$$^{m}\mathfrak{M}_x = \frac{1}{l}(8\,{}^{m}\mathfrak{M}_{l_2} - 4\,\mathfrak{M}_l)\,x + \frac{1}{l^2}(11\,\mathfrak{M}_l - 16\,{}^{m}\mathfrak{M}_{l_2})\,x^2 - \frac{1}{l^3}(6\,\mathfrak{M}_l - 8\,{}^{m}\mathfrak{M}_{l_2})\,x^3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Die der Parabel entsprechende Momentencurve würde sein:

$$^{p}\mathfrak{M}_x = \frac{1}{l}(6\,\mathfrak{M}_l - 4\,\mathfrak{M}_l)\,x + \frac{1}{l^2}(11\,\mathfrak{M}_l - 12\,\mathfrak{M}_l)\,x^2 + \frac{1}{l^3}(6\,\mathfrak{M}_l - 6\,\mathfrak{M}_l)\,x^3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Da nun aber $^{m}\mathfrak{M}_{l_2} > {}^3/_4\,\mathfrak{M}_l$, so geht daraus hervor, dafs in Gleichung 4 der Coëfficient des ersten und dritten Gliedes stets positiv ist, der des zweiten Gliedes stets negativ. Letzterer wird für die Parabel zu Null, deren Gleichung also heifst: $^{p}\mathfrak{M}_x = \frac{2}{l}\,\mathfrak{M}_l\,x - \frac{1}{l^2}\,\mathfrak{M}_l\,x^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5^a)$

hierbei bezeichnet: $^{p}\mathfrak{M}_x$ das einem Schnitt x entsprechende Moment nach der Parabel gebildet,

$^{m}\mathfrak{M}_x$ dasselbe der concentrirten Belastung entsprechend.

Wird $l = 1$ gesetzt, so geht Gleichung 4 über in:

$$^{m}\mathfrak{M}_x = (8\,{}^{m}\mathfrak{M}_{l_2} - 4\,\mathfrak{M}_l)\,x + (11\,\mathfrak{M}_l - 16\,{}^{m}\mathfrak{M}_{l_2})\,x^2 + (8\,{}^{m}\mathfrak{M}_{l_2} - 6\,\mathfrak{M}_l)\,x^3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

und Gleichung 5 oder 5^a wird:

$$^{p}\mathfrak{M}_x = 2\cdot\mathfrak{M}_l\,x - \mathfrak{M}_l\,x^2 = \mathfrak{M}_l\,x\,(2-x) \quad . \quad . \quad (7)$$

Wird Gleichung 7 von Gleichung 6 abgezogen, so erhält man:

$$^{m}\mathfrak{M}_x - {}^{p}\mathfrak{M}_x = (8\,{}^{m}\mathfrak{M}_{l_2} - 6\,\mathfrak{M}_l)\,(x - 2x^2 + x^3) \quad . \quad (8)$$

für $x = 0{,}5$ wird somit: $^{m}\mathfrak{M}_x - {}^{p}\mathfrak{M}_x = {}^{m}\mathfrak{M}_{l_2} - {}^3/_4\,\mathfrak{M}_l \quad . \quad (9)$

Wird schliefslich noch Gleichung 8 durch Gleichung 7 dividirt, so ergiebt sich unter Berücksichtigung von Gleichung 9 nach mehreren Vereinfachungen:

$$\frac{{}^{m}\mathfrak{M}_x - {}^{p}\mathfrak{M}_x}{{}^{p}\mathfrak{M}_x} = \frac{{}^{f}\mathfrak{M}_x}{{}^{p}\mathfrak{M}_x} = \frac{{}^{m}\mathfrak{M}_{l_2} - {}^3/_4\,\mathfrak{M}_l}{\mathfrak{M}_l}\,(x - 6x + x^2 + {}^1/_2\,x^3 + {}^1/_4\,x^4 + {}^1/_8\,x^5 + \cdots) = \frac{{}^{m}\mathfrak{M}_{l_2} - {}^3/_4\,\mathfrak{M}_l}{\mathfrak{M}_l}\cdot k = \frac{{}^{f}\mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l}\cdot k \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

hieraus $$^{m}\mathfrak{M}_x = {}^{p}\mathfrak{M}_x\left(1 + \frac{{}^{f}\mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l}\cdot k\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

Am einfachsten und allgemeinsten gestaltet sich die Rechnung, wenn man in Gleichung 7 und 10 $\mathfrak{M}_l = 1$ setzt, so dafs Gl. 7 übergeht in $^{p}\mathfrak{M}_x = x\,(2-x) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7^a)$

und Gleichung 11 erhält dann die Form:

$$^{m}\mathfrak{M}_x = x\,(2-x)\left(1 + \frac{{}^{f}\mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l}\cdot k\right) \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

Bestimmung der entwickelten Momenten-Gleichung aus ihren einzelnen Factoren für concentrirte Belastung.

k ist unabhängig von der Stützweite und kann somit ein für allemal berechnet werden. Aus Gleichung 10 folgt:

$$k = \frac{\mathfrak{M}_l}{{}^{p}\mathfrak{M}_x}\cdot\frac{{}^{m}\mathfrak{M}_x - {}^{p}\mathfrak{M}_x}{{}^{m}\mathfrak{M}_{l_2} - {}^3/_4\,\mathfrak{M}_l} \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

für $x = 0{,}5$ wird $\frac{{}^{m}\mathfrak{M}_x - {}^{p}\mathfrak{M}_x}{{}^{m}\mathfrak{M}_{l_2} - {}^3/_4\,\mathfrak{M}_l} = \frac{{}^{m}\mathfrak{M}_{l_2} - {}^3/_4\,\mathfrak{M}_l}{{}^{m}\mathfrak{M}_{l_2} - {}^3/_4\,\mathfrak{M}_l} = 1$,

somit geht Gl. 13 über in:

$$k = \frac{\mathfrak{M}_l}{{}^{p}\mathfrak{M}_x}\cdot 1 - \frac{\mathfrak{M}_l}{{}^3/_4\,\mathfrak{M}_l} = \frac{4}{3}.$$

Für $x = 0$ wird $k = 4$; für $x = 1$ wird $k = 0$.

Die übrigen Werthe ergeben sich durch Einsetzung bestimmter Werthe für x in den Ausdruck für k,

$$k = (4 - 6x + x^2 + {}^1/_2\,x^3 + {}^1/_4\,x^4 + {}^1/_8\,x^5 + {}^1/_{16}\,x^6 + {}^1/_{32}\,x^7 + \cdots {}^1/_{16384}\,x^{16} + \cdots),$$

welche auf Bl. D von $x = 0$ bis $x = 1$ graphisch zusammengestellt sind. Gleichzeitig ist jene Parabel mit eingezeichnet, die Fufs- und Scheitelpunkt mit dieser Curve gemeinschaftlich hat, um den Grad der Abweichung beider Curven von einander bequem übersehen zu können.

Zur Bestimmung der Werthe $\frac{{}^{f}\mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l} = \frac{{}^{m}\mathfrak{M}_{l_2} - {}^3/_4\,\mathfrak{M}_l}{\mathfrak{M}_l}$ für die verschiedenen Stützweiten sind umfangreiche Rechnungen durch Anlegung einer Tabelle, die sämmtliche Maximalmomente $\mathfrak{M}_l$ und $^{m}\mathfrak{M}_{l_2}$ für die einzelnen Stützweiten enthält, nothwendig. Das Resultat dieser Arbeit ist auf Bl. D für eine Belastung durch drei Tender-Locomotiven von je 60 Tonnen Gewicht und $110{,}_{00}^{\,m}$ Länge mit in unbegrenzter Zahl folgenden Wagen von je 16 Tonnen Gewicht und $52{,}_{00}^{\,m}$ Länge graphisch zusammengestellt. Stellung und einzelne Gewichte sind aus der Zeichnung auf Bl. D zu entnehmen. Bis zu $l = 11{,}_{50}^{\,m}$ für $^{m}\mathfrak{M}_{l_2}$ und bis zu $l = 15{,}_{40}^{\,m}$ für $\mathfrak{M}_l$ ist eine Schnellzug-Locomotive mit 8 Ton. Gewicht für das mittlere Triebrad berücksichtigt. Von den übrigen Rädern betritt keines die Stützweite. Die punktirten Linien geben die Werthe für $\frac{{}^{f}\mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l}$, die mit $2\,p$ bezeichneten Linien sind die den jeweiligen Maximalmomenten entsprechenden, gleichmäfsig per Längeneinheit über den Balken vertheilt angenommenen Belastungen per Geleise, und zwar entspricht immer die ausgezogene untere Linie dem Maximalmoment in der Mitte ($2\,\mathfrak{M}_l$), die Strich-punktirte obere (— · — · —) dem in $^1/_4$ der Stützweite ($2\,{}^{m}\mathfrak{M}_{l_2}$). Bei beiden Curven, $2\,p$ und $\frac{{}^{f}\mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l}$ werden für die zugehörigen Stützweiten die Hunderter aus der Zeichnung entnommen — sie befinden sich am Ende der Curven klein eingeklammert und auf denselben selbst angegeben — die Zehner an der Skala abgelesen.

Der Factor $x\,(2-x)$ kommt einer Parabel zu, die auf Bl. D bei den Maximalmomenten aufgezeichnet und mit $0{,}_{00}$ bezeichnet ist.

Die Maximalmomente nach Gleichung 12 sind auf Bl. D für die verschiedenen Werthe von $\frac{{}^{f}\mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l}$, welche auf den Curven eingeschrieben stehen, zusammengestellt, und sind somit sämmtliche Momente für alle in Rechnung gezogenen Stützweiten (von 0 bis über 100^{m}) hierdurch bereits aufgezeichnet. Für einen bestimmt vorliegenden Fall braucht nur entweder der Maafsstab für die Momente geändert zu werden, oder es sind alle aufgetragenen Werthe mit $\mathfrak{M}_l$ zu multipliciren. Zwischenliegende Curven lassen sich leicht eintaxiren, wenn für diese $\frac{{}^{f}\mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l}$ bekannt ist. Die Abstände

Digitized by Google

der Schnittpunkte dieser Linien mit den zugehörigen Ordinaten sind nämlich diesem Verhältnifs, weil k constant, direct proportional, somit beispielsweise für $\frac{\mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l} = 0, 0_{\cdot 01}, 0_{\cdot 02}$ etc. unter sich einander gleich.

Um Irrungen zu vermeiden, soll noch bemerkt werden, dafs alle Gewichte in Tonnen (1 Tonne = 1000 Kilogramm) und alle Maafse in Decimetern zu nehmen sind. Es ergaben sich hierdurch bequeme Zahlen.

Entwickelung der Gleichung der Maximalmomente unter Annahme gleichförmig vertheilter Belastung p_1 und p_{11}.

Zur Auffindung des Gesetzes, nach welchem $\frac{\mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l}$ gebildet ist, und um zu zeigen, in wie weit es statthaft ist, eine gleichmäfsig per Längeneinheit vertheilte Belastung p_1 der Locomotiven und p_{11} der nachfolgenden Wagen annehmen zu können, soll in Nachfolgendem eine Untersuchung über diese Art der Belastung angestellt werden.

Das dem Abstande x — mit Beziehung auf nachstehende Figur — zunächstgelegene Rad wird immer das Maximum liefern.

Es sind vor Allem zwei Fälle zu unterscheiden, nämlich 1) $x \leqq \frac{a}{2}$ und 2) $x \geqq \frac{a}{2}$.

I. Fall: $x \leqq \frac{a}{2}$.

Für eine Abscisse l_1 wird das Moment:

$$\mathfrak{M}_{l_1} = \frac{l_1}{2l}\left[p_1 a (2l - l_1 + x) + \frac{p_{11}}{2}\left(2l - l_1 - \frac{a}{2} + x\right)^2\right] - \frac{p_1}{2}\left(\frac{a}{2} + x\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

Diese Curve erreicht ihr Maximum für

$$x = \frac{a l_1 (p_1 - \frac{1}{2} p_{11}) + l (2 p_{11} l_1 - p_1 a) - p_{11} l_1^2}{2 l p_1 - p_{11} l_1} \quad (15)$$

Für $l = l_1$ ergiebt sich das Maximalmoment in der Mitte zu

$$\mathfrak{M}_l = \frac{1}{2}\left[a p_1 (l + x) + \frac{p_{11}}{2}\left(l + x - \frac{a}{2}\right)^2\right] - \frac{p_1}{2}\left(\frac{a}{2} + x\right)^2 \quad (16)$$

$$\text{wobei } x = \frac{p_{11}\left(l - \frac{a}{2}\right)}{2 p_1 - p_{11}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

Ebenso erhält man für $\frac{1}{4}$ der Stützweite, wenn in Gl. 14 u. 15 $l_1 = \frac{l}{2}$ gesetzt wird:

$$^{=}\mathfrak{M}_{l_2} = \frac{1}{4}\left[2 p_1 a l - p_1 a \frac{l}{2} + p_1 a x + \frac{p_{11}}{2}\left(\frac{3l - a}{2} + x\right)^2\right] - \frac{p_1}{2}\left(\frac{a}{2} + x\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

$$\text{wobei } x = \frac{3 p_{11} l - a (2 p_1 + p_{11})}{2 (4 p_1 - p_{11})} \quad . \quad . \quad (19)$$

II. Fall: $x \geqq \frac{a}{2}$.

In ähnlicher Weise, wie oben, ergiebt sich mit Berücksichtigung vorstehender Figur, für eine Abscisse l_1

$$\mathfrak{M}_{l_1} = \frac{l_1}{2l}\left[p_1 a (x + 2l - l_1) + \frac{p_{11}}{2}\left(2l - l_1 - \frac{a}{2} + x\right)^2\right] - p_1 a x - \frac{p_{11}}{2}\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

Das Maximum ergiebt sich für:

$$x = \frac{l_1\left[p_1 a + p_{11}\left(2l - l_1 - \frac{a}{2}\right)\right] + a l (p_{11} - 2 p_1)}{p_{11}(2l - l_1)} \quad (21)$$

Für die Mitte ist zu setzen: $l_1 = l$ und es wird:

$$\mathfrak{M}_l = \frac{1}{2}\left[p_1 a (l + x) + \frac{p_{11}}{2}\left(l + x - \frac{a}{2}\right)^2\right] - p_1 a x - \frac{p_{11}}{2}\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

$$\text{wobei } x = \frac{p_{11}(a + 2l) - 2 p_1 a}{2 p_{11}} \quad . \quad . \quad (23)$$

Für $\frac{1}{4}$ der Stützweite wird, wenn $l_1 = \frac{l}{2}$ gesetzt wird:

$$^{=}\mathfrak{M}_{l_2} = \frac{1}{4}\left[p_1 a \left(x + \frac{3}{2} l\right) + \frac{p_{11}}{2}\left(\frac{3}{2} l + x - \frac{a}{2}\right)^2\right] - p_1 a x - \frac{p_{11}}{2}\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad (24)$$

$$\text{wobei } x = \frac{p_{11}(a + l) - 2 p_1 a}{2 p_{11}} \quad . \quad . \quad . \quad (25)$$

Werden für die verschiedenen Stützweiten als Abscissen die zugehörigen Momente als Ordinaten aufgetragen, so erhält die Momentencurve ($\mathfrak{M}_l$ und $^{=}\mathfrak{M}_{l_2}$) für $x = \frac{a}{2}$ einen Bruch. Die zugehörigen Stützweiten berechnen sich für Curve $\mathfrak{M}_l$ aus Gleichung 17 oder 23 zu:

$$\frac{a}{2} = \frac{p_{11}(a + 2l) - 2 p_1 a}{2 p_{11}} \qquad l = a \frac{p_1}{p_{11}} \quad . \quad (26)$$

und für Curve $^{=}\mathfrak{M}_{l_2}$ aus Gleichung 19 oder 25 zu:

$$\frac{a}{2} = \frac{p_{11}(a + l) - 2 p_1 a}{2 p_{11}} \qquad l = 2 a \frac{p_1}{p_{11}} \quad . \quad (27)$$

Für eine Belastung durch drei Tender-Locomotiven und nachfolgenden Wagen, wie sie auf Bl. D angegeben ist, würde zu setzen sein:

$a = 330^{dm}$, $p_1 = 0_{\cdot 473}$ Tonnen, $p_{11} = 0_{\cdot 154}$ Tonnen, und es gehen vorstehende Gleichungen in folgende über:

I. Fall: $x \leqq \frac{a}{2}$

Nach Gleichung 26 ist $\mathfrak{M}_l$ zulässig von:

$l = 165$ bis $l = 585^{dm}$. Hierbei

$$\mathfrak{M}_l = 70\,(0_{\cdot 2907}\, l + 0_{\cdot 000786}\, l^2 - 32_{\cdot 28}) \quad . \quad (28)$$

$$\text{wobei } x = 0_{\cdot 2939}\, l - 64_{\cdot 83} \quad . \quad . \quad . \quad (29)$$

Nach Gleichung 27 ist $^{=}\mathfrak{M}_{l_2}$ zulässig von

$l = 165$ bis $l = 1170^{dm}$. Hierbei

$$^{=}\mathfrak{M}_{l_2} = 7\,(2_{\cdot 4491}\, l + 0_{\cdot 007203}\, l^2 - 202_{\cdot 05}) \quad . \quad (30)$$

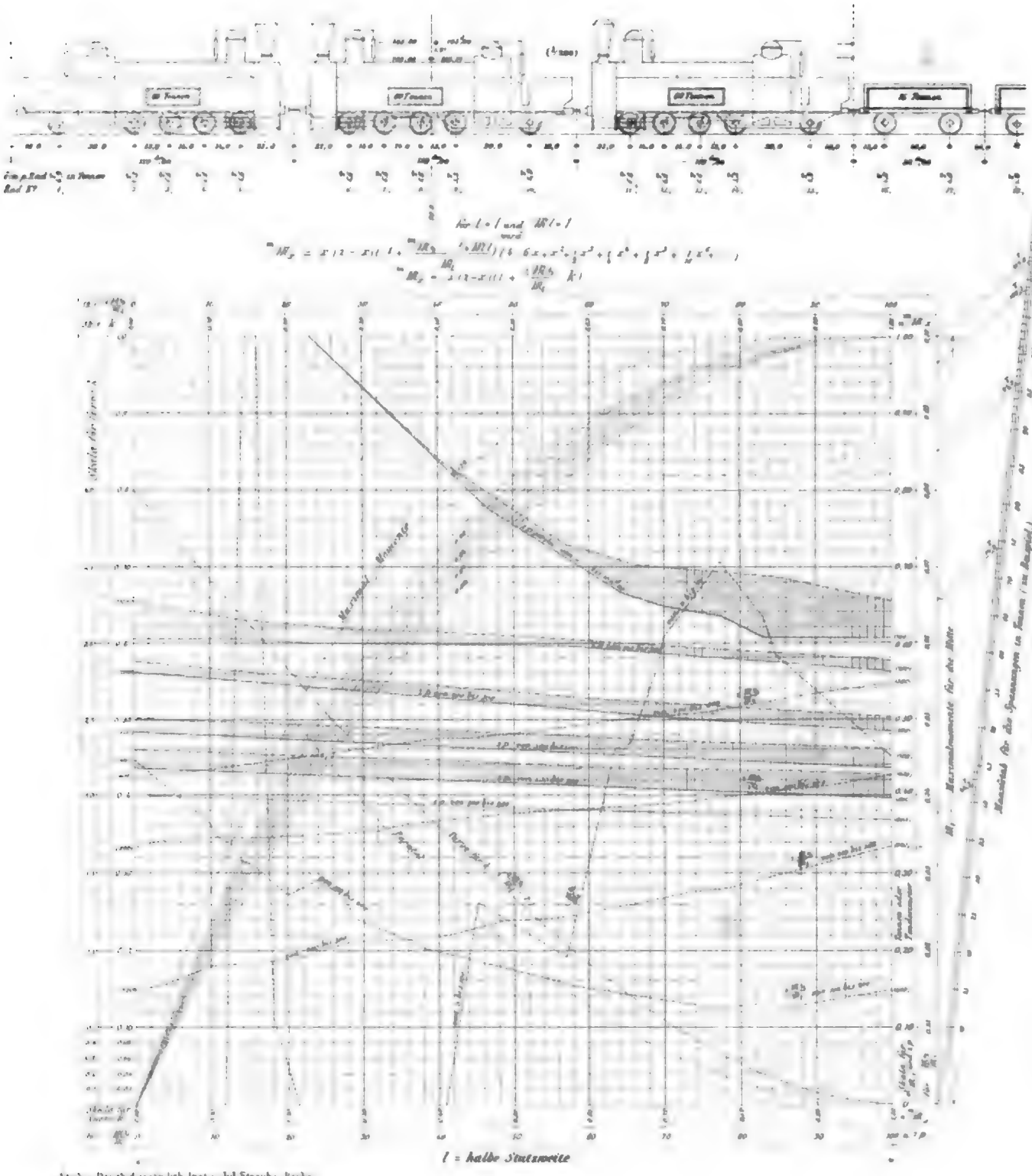
$$\text{wobei } x = 0_{\cdot 2468}\, l - 123_{\cdot 15} \quad . \quad . \quad . \quad (31)$$

II. Fall: $x \geqq \frac{a}{2}$

Nach Gleichung 26 ist $\mathfrak{M}_l$ zulässig von:

Digitized by Google

Maximalmomente für concentrirte Belastung.



l = halbe Stützweite

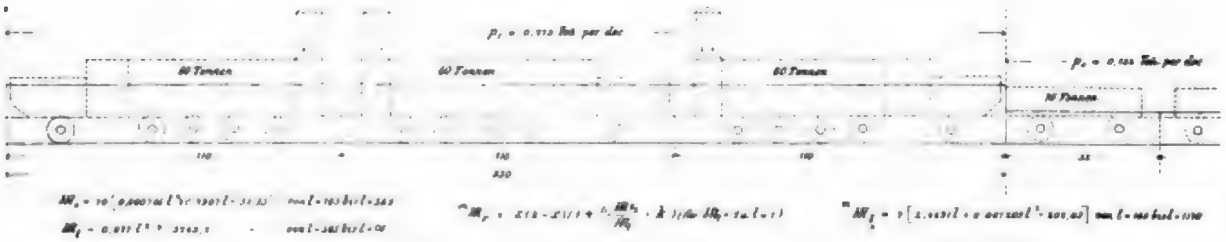
Stich u Druck d. grapl. Inst. v. Jul. Straube, Berlin

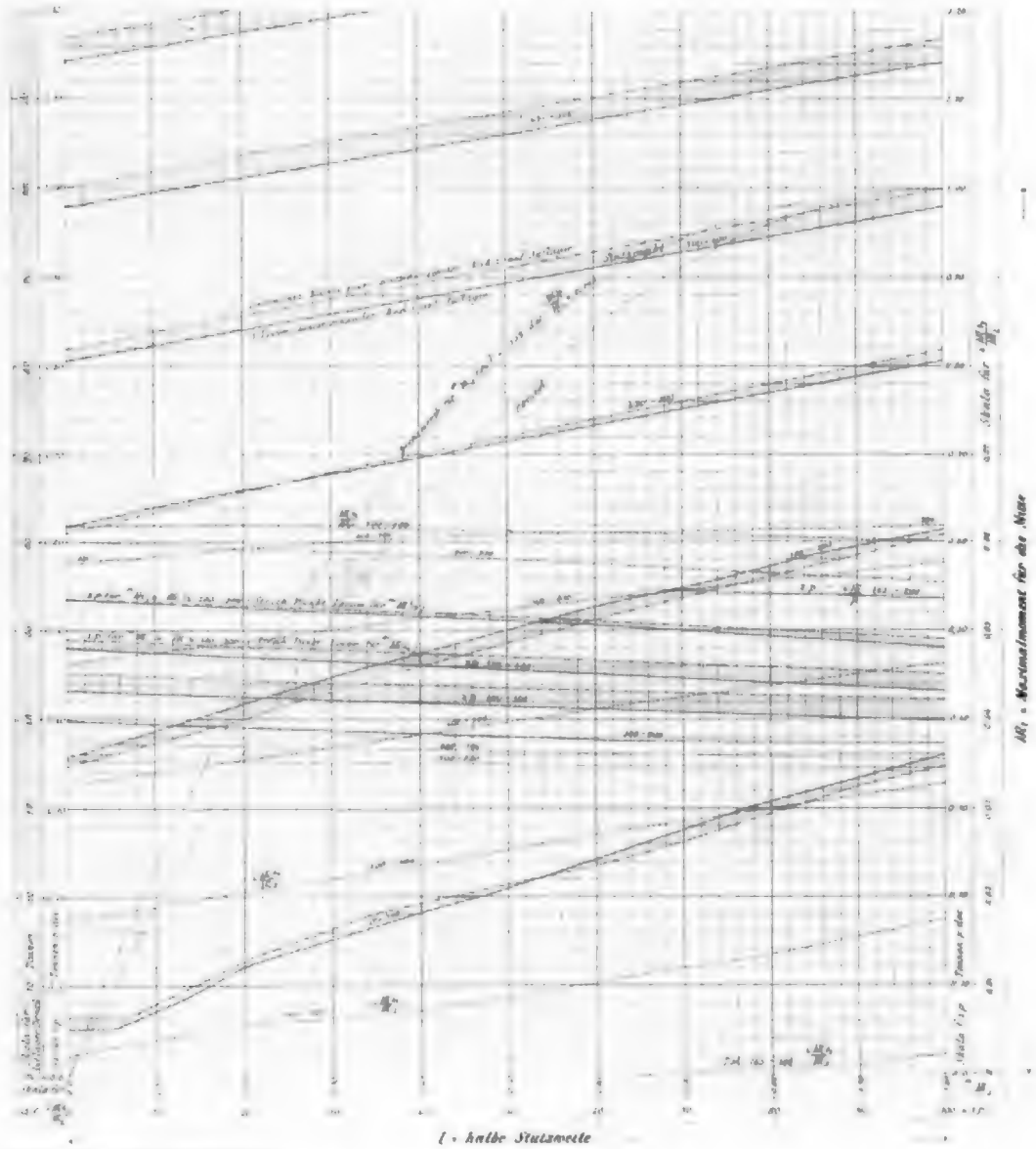
Ernst & Korn, Berlin

Digitized by Google

Zur Bestimmung der Maximalmomente für gleichmässig vertheilte Belastung.

(p_1 und p_2)





l = halbe Stützweite

Ernst & Korn, Berlin

Digitized by Google

$l = 585$ bis $l = \infty$. Hierbei

$$\mathfrak{M}_l = 0{,}077\, l^2 + 5743{,}_8 \quad \ldots \quad (32)$$

wobei $x = l - 420$. $\ldots \quad (33)$

Nach Gleichung 27 ist $^{m}\mathfrak{M}_{l_2}$ zulässig von:

$$l = 1170 \text{ bis } l = \infty.$$

Die zugehörigen Stützweiten sind hierfür so bedeutend, dafs dieser Fall hier keine Berücksichtigung findet.

Von $l = 165^{\,m}$ bis $l = 585^{\,m}$ wird somit

$$\frac{J\mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l} = \frac{7\,(0{,}001458\, l^2 - 0{,}4813\, l + 39{,}_7)}{70\,(0{,}000766\, l^2 + 0{,}2907\, l - 32{,}_{12})}$$

$$= \frac{0{,}001458\, l^2 - 0{,}4812\, l + 39{,}_7}{0{,}00766\, l^2 + 3{,}_{907}\, l - 322} \quad \ldots \quad (34)$$

Diese Gleichung hat die Form:

$$y = \frac{\alpha x^2 - \beta x + \gamma}{\delta x^2 + \varepsilon x - \eta} \text{ und zeigt, da } (\beta\eta - \varepsilon\gamma) = 0$$

dafs die Curve von $x = \frac{2(\alpha\eta + \delta\gamma)}{\alpha\varepsilon + \delta\beta} - 165$ an $\quad (35)$

mit verschiedenen Inflexionspunkten bis ins Unendliche fortsteigen würde. Von

$l = 585$ bis $l = 1170$ wird jedoch:

$$\frac{J\mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l} = \frac{-0{,}00738\, l^2 + 17{,}_{1437}\, l - 5721}{0{,}077\, l^2 + 5743} \quad (36)$$

Diese Gleichung hat die Form:

$$y = \frac{-\alpha x^2 + \beta x - \gamma}{\delta x^2 + \varepsilon} \text{ und erreicht ihr Maximum}$$

für $x = \frac{1}{\beta\delta}\left[(\gamma\delta - \alpha\varepsilon) \pm \sqrt{(\alpha\varepsilon - \gamma\delta)^2 + \varepsilon\beta^2\delta}\right] \quad (37)$

wobei das positive Wurzelzeichen zu nehmen ist, weil

$$\sqrt{(\alpha\varepsilon - \gamma\delta)^2 + \varepsilon\beta^2\delta} > \gamma\delta - \alpha\varepsilon.$$

Im gegebenen Falle $x = \frac{1}{1{,}_{22}}\,(398{,}_4 + 538) = 709^{\,m}$.

Hieraus ist ersichtlich, dafs $\frac{J\mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l}$ nicht fortwährend mit der Stützweite wächst, sondern dafs eine Grenze vorhanden ist, die im vorliegenden Falle bei $l = 709^{\,m}$ liegt und durch Gleichung 37 ausgedrückt ist, wobei $\frac{J\mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l} = 0{,}_{0620}$.

Nahezu dieselbe Grenze wird sich auch für concentrirte Belastung ergeben, nur wird $\frac{J\mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l}$ einen anderen, etwas gröfseren Werth besitzen.

Die Werthe von $2p$ und $\frac{J\mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l}$ sind auf Blatt E für diese Belastungsart graphisch zusammengestellt. Die Bezeichnung der Curven, Einrichtung und Gebrauch der Tabelle sind dieselben, wie die für die Tabelle auf Blatt D, und läfst so diese einen bequemen Vergleich mit jener zu.

Anwendung der entwickelten Formeln an einem Beispiel.

Es sollen die Gurtungsspannungen eines Trägers von $400{,}_{00}^{\,m}$ Stützweite berechnet werden. —

Nach Tabelle auf Bl. D ist für $l = 200{,}_{00}^{\,m}$

$$\frac{J\mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l} = 0{,}_{0149}.$$

Es fällt somit die zugehörige Momentencurve ziemlich genau zwischen die erste punktirte und zweite ausgezogene, (mit $0{,}_{02}$ bezeichnete) Linie.

Wird der Einfachheit halber ein Fachwerksträger mit parallelen Gurtungen, vertikalen Pfosten und Diagonalen nach unten folgender Skizze mit $40{,}_{00}^{\,m}$ Fachtheilung gewählt, so ergeben sich 10 Fache mit 11 Knotenpunkten und es wird:

für Knotenpunkt	0	1	2	3	4	5
die Abcisse	0	$0{,}_2$	$0{,}_4$	$0{,}_6$	$0{,}_8$	$1{,}_0$.

Für diesen Fall sind auf Blatt D die Schnittpunkte der zugehörigen Curve mit den Ordinaten der entsprechenden Knotenpunkte durch kurze, in die Richtung der Curve fallende Striche angegeben, um durch überflüssige, ganz durchgezogene Linien keine Störung in das Curvensystem zu bringen.

Das Maximalmoment in der Mitte ergiebt sich aus:

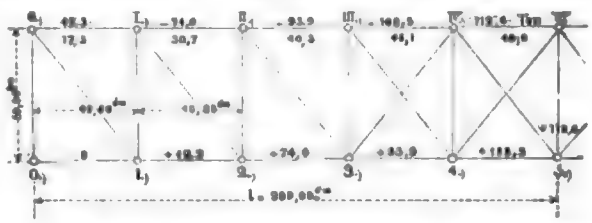
$$2p = 0{,}_{863} \text{ (Bl. D)}$$

$$\text{zu } \mathfrak{M}_l = \tfrac{1}{8}\, p\, l^2 = 5630 \text{ Ton. dec.,}$$

und für eine Trägerhöhe $2\lambda = 50{,}_{00}^{\,m}$ die Spannung im mittleren Trägerfache $S_0 = 112{,}_6$ Tonnen.

Wird hiernach der Maafsstab für die Ordinaten der Momentencurve, wie auf Bl. D geschehen, gewählt, so lesen sich direct die Gurtungsspannungen an den einzelnen Knotenpunkten folgendermaafsen ab:

Am Punkte:	0	1	2	3	4	5
zugehörige Spannung	0	$42{,}_2$	$74{,}_6$	$95{,}_9$	$108{,}_5$	$112{,}_6$ Tonnen.



Diese Spannungen sind in vorstehendem Netze eingetragen, und somit mit genügender Genauigkeit die gestellte Aufgabe gelöst. Eine weitere Entwickelung der Zugflächen mit Berücksichtigung der Spannungen für permanente Belastung ist hier nicht beabsichtigt.

Selbstverständlich werden andere Locomotiven zwar eine Aenderung des Maximalmoments bedingen, $\frac{J\mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l}$ wird sich jedoch auch hierfür mit zu vernachlässigender Abweichung ebenso gestalten, so dafs die gezeichneten Momentencurven für jeden Fall, namentlich mit Vortheil, wenn für die verschiedenen Stützweiten mit diesen sich ändernde gleichmäfsig vertheilte Belastungen normirt sind, angewendet werden können.

Zur öfter wünschenswerthen raschen Bestimmung der Auflagerstähle, und, in manchen Fällen, der Endpfosten, ist auf Blatt E noch der Auflagerdruck für eben erwähnte 60 Tonnen Tender-Locomotiven mit nachfolgenden Wagen in Tonnen angegeben. Die Vertikalkraft in Mitte des Balkens ist ziemlich genau $0{,}_3$ vom Auflagerdruck und nimmt nahezu nach einer geraden Linie gegen das Auflager hin zu. Die Abweichung von derselben ist für gröfsere Stützweiten geringer als für kleinere.

München, im Juli 1874. Th. Schuster.

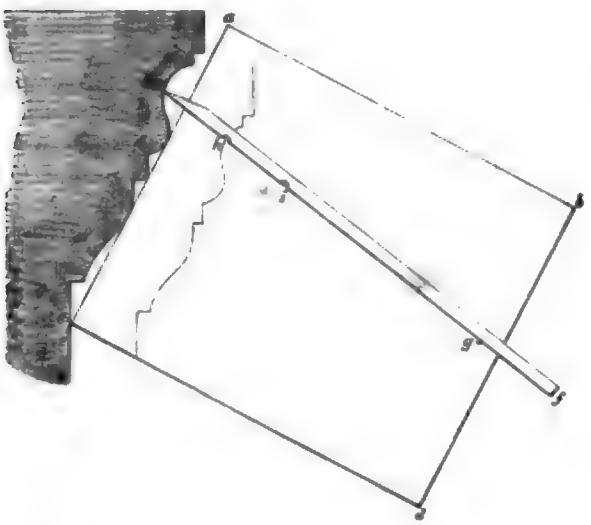
Der Perigraph.

Bei der Aufnahme architektonischer Profilirungen pflegt man von einem Senkel aus die Coordinaten zu messen und aufzutragen, und, indem man ihre Endpunkte verbindet, sich auf die Sicherheit seiner Augen und auf das Gefühl, welches

Digitized by Google

man für die Schweifung und Schwellung der Linien zu haben glaubt, zu verlassen. Diese Zuversicht wird nicht immer von andern getheilt, und sie finden nicht mit Unrecht bald die Eleganz, bald die Rohheit nicht genügend stylgerecht. Es scheint daher wünschenswerth, eine Methode zu finden, mittelst deren dergleichen Aufnahmen auf rein mechanischem Wege ohne individuelles Zuthun auszuführen sind.

Eine solche habe ich jedoch in der Literatur und bei bewährten Zeichnern vergeblich gesucht — und wenn es andern auch so gegangen ist, so ist die nachstehende vielleicht willkommen.



Ein Brettstück *abcd*, mit Papier bespannt, wird etwa von der Leiter aus mit der linken Hand an das aufzunehmende Capitäl angehalten. Ein Lattenstück *ef* ruht oder schleift auf einem in *g* vorstehenden Drahtstift, während das andere, angeschärfte Ende *e* mit der Rechten dem Capitälprofil nachgeführt wird; gleichzeitig zeichnet ein in *h* befestigter Bleistift auch ein Profil auf das Papier. Es ist nicht das richtige, sondern nur eine Carricatur desselben, in der nicht einmal die geraden Linien gerade bleiben. Aber es dient uns, das richtige Profil zu reconstruiren, indem wir es als Leitcurve benutzen.

Zu Hause angekommen, wird an das Papier ein anderes geheftet, der Bleistift von *h* nach *e* versetzt und in *h* durch eine Drahtspitze als Zeiger ersetzt. Fährt man nun mit diesem dem gezeichneten Profil nach, so wird auch der Bleistift in *e* denselben Weg wie an Ort und Stelle machen, er wird das richtige Profil zeichnen. — Dies ist die einfache Idee. In der Praxis läfst sich jedoch der Bleistift nicht wohl an der Anschärfung der Latte befestigen. Man läfst ihn daher fest, wo er ist, und bringt in einer Entfernung $hi = eh$, in *i* den Zeiger an, mit welchem man dann wie eben gesagt verfährt.

Dafs man auf demselben, auf dem Brett befestigten Papierblatt, bei gehöriger Bezeichnung und jedesmaliger Markirung der zugehörigen Lothrechten, eine Menge Profile aufnehmen kann; dafs man den Ort für den Drahtstift so wählt, wie man am vollständigsten der Profillinie folgen kann; dafs man Profilstellen, zu denen man mit der angeschärften Latte nicht kommen kann, aus freier Hand ergänzt oder mittelst einer anderen Stellung des Brettes oder des Drahtstiftes extra aufnehmen mag; dafs man sich die unverrückte Stellung des Brettes durch eine angelehnte Stange erleichtern kann; dafs man statt unserer einfachen Latte sich auch ein feineres Instrument anfertigen lassen, und diesem den als Ueberschrift gewählten Namen Perigraph geben kann — sind Dinge, die sich in den Händen practischer Männer zu sehr von selbst verstehen, als dafs ich sie hier noch in die Breite ziehen möchte.

Wiesbaden, August 1874. A. v. Cohausen.

Literatur.

Verzeichnifs neu erschienener oder neu aufgelegter Werke des Bau- und Ingenieurwesens.

1874.

Alzinger, F. u. H Grave, Geschichte und Verhältnisse des Wien-Flusses, sowie Anträge für dessen Regulirung und Nutzbarmachung. gr. 8°. Wien. 20 Sgr.

Anderssohn, A., Die Mechanik der Gravitation durch die Lehre der Wärme-Mechanik erklärt. gr. 8°. Breslau. $^1/_6$ Thlr.

Anlegung und Betrieb von Dampfkesseln und Dampfapparaten. gr. 16°. München. $4^1/_2$ Sgr.

Anlegung, die, und der Betrieb von Dampfkesseln und Dampfapparaten. 8°. Würzburg. $3^1/_3$ Sgr.

Arbeitshäuser, die, in Böhmen. Lex.-8°. Prag. $1^1/_3$ Thlr.

Architektonisches Skizzenbuch. Eine Sammlung von Landhäusern, Villen, ländlichen Gebäuden, Gartenhäusern, Gartenverzierungen, städtischen Wohngebäuden, Decorationen innerer Räume, Gittern, Erkern, Balcons, Blumenfenstern, Brunnen, Springbrunnen, Hofgebäuden, Einfassungsmauern, Candelabern, Grabmonumenten und anderen kleinen Baulichkeiten, welche zur Verschönerung baulicher Anlagen dienen und in Berlin, Potsdam und anderen Orten ausgeführt sind. Mit Details. gr. 4. In Heften von 6 Blatt in reichem Farbendruck, Lithographie und Stich. Heft 123—129 à $1^1/_3$ Thlr. Bei Entnahme der ganzen Sammlung: Hefte 1—111 à 1 Thlr.; Hefte 112—129 à $1^1/_3$ Thlr. Einzelne Hefte ohne Ausnahme: à $1^1/_3$ Thlr. (Jährlich erscheinen von dieser Sammlung 6 Hefte.)

Auer, H., practisch-ästhetische Andeutungen zum Bau der Quai-Anlagen in und bei Zürich. gr. 8°. Zürich. $^1/_3$ Thlr.

Barbensi, A., sulle principali macchine presentate all'esposizione universale di Vienna. Relazione fatta per incarico della camera di commercio di Firenze. In-8°. 242 p. con 38 tav. litogr. Firenze-Roma, tip. della Gazzetta d'Italia. 21 L.

Bau- u. Gewerbskalender f. d. J. 1875. Bearbeitet von E. Bardenwerper. 16°. geb. Strafsburg. 28 Sgr.

Digitized by Google

Bauernfeind, C. M. v., das Bayerische Präcisions-Nivellement. 3. Mittheilg. gr. 4. München. 13½ Sgr.

Bauhandbuch, deutsches. Eine systematische Zusammenstellung der Resultate der Bauwissenschaften mit allen Hilfswissenschaften in ihrer Anwendung auf das Entwerfen und die Ausführung der Bauten. 1/2. Lfg. gr. 8°. Berlin. à 1⅓ Thlr.

Bauhandwerker-Kalender, deutscher, für 1875. Herausgegeben von W. Jeeb. 8°. geb. Leipzig. 28 Sgr.

Bauten und Entwürfe. Herausgegeben vom Dresdner Architekten-Verein. 1. Lfg. Fol. Dresden. 2 Thlr.

Bauzeitung, allgemeine. Gegründet von Chr. L. Förster, redigirt von A. Köstlin. 39. Jahrg. 1874. (12 Hefte.) Fol. Wien. 13 Thlr.

Bericht über den Bau und den Bestand der k. k. priv. österreichischen Nordwest-Bahn mit Bezug auf die im eigenen Pavillon ausgestellten Gegenstände, Pläne u. statistischen Ausweise. Fol. Wien. 4 Thlr.

Bethke, H., Details für decorativen Holzbau. 3. bis 6. Lfg. Fol. Stuttgart. à 1 Thlr.

Bock, F., Rheinlands Baudenkmale des Mittelalters. 3. Serie. gr. 8. Cöln. 2 Thlr.

Bow, R. H., Economics of Construction in relation to framed Structures. 8°. 90 p. cloth. London. 5 sh.

Breymann, G. A., allgemeine Bauconstructionslehre. 3. Thl. Eisenconstructionen. 4. Aufl. 1.—4. Lfg. gr. 4. Stuttgart. à ⅓ Thlr.

Brosius, J. u. R. Koch, die Schule des Locomotivführers. 1. Abth. 2. Aufl. Wiesbaden. ⅓ Thlr.

Bühlmann, J., die Architektur des classischen Alterthums und der Renaissance. 2. Abth. 1. Heft. Bogenstellungen. gr. Fol. Stuttgart. 2 Thlr.

Burn, R. Scott, Building Construction, showing the employment of Timber, Lead, and Ironwork in the Practical Construction of Buildings. 2 vols. Text and Plates. 12°. 136 p. cloth. London. each vol. 1 sh.

Chabat, Pierre, Dictionnaire des termes employés dans la construction. 1er Fascicule. In-8°. Paris. 10 fr.
L'ouvrage complet formera 2 vol. in-8°. 40 fr.

Choisy, A., l'art de bâtir chez les Romains. In-4°. Paris. 60 fr.

Civilingenieur, der, Zeitschrift für das Ingenieurwesen. Herausgegeben von K. R. Bornemann. Neue Folge. 20. Bd. (8 Hefte.) 1. Heft. gr. 4°. Leipzig. pro compl. 10 Thlr.

Cremer, A., Die Herstellung der Domkirche in Limburg an der Lahn. Mit neun Kupfertafeln und vielen Holzschnitten. gr. Folio. cart. 4⅔ Thlr.

Dampfkessel-Revisionsbuch. 7. Aufl. Fol. geb. Hagen. ⅓ Thlr.

Dampfkessel-Revisionsbuch. 2. Aufl. Fol. geb. Hannover. 12 Sgr.

Debauve, ..., Ponts et viaducs en maçonnerie. In-8°, et atlas de 37 pl. Paris. 25 fr.

Decomble, ..., Routine des ponts en maçonnerie, déduite des diverses expériences et du mémoire de M. J. Saint-Guillem. In-4°, avec planches. Paris. 12 fr. 50.

Details, architektonische, redig. von B. Liebold. 1.—4. Heft. Fol. Halle. à 1 Thlr.

Eassie, Wm., Sanitary Arrangements for Dwellings. Intended for the use of Officers of Health, Architects, Builders, and Householders. Post-8°. 190 p. cloth. London. 5 sh. 6 d.

Engel, ..., zur Statistik der Dampfkessel und Dampfmaschinen in allen Ländern der Erde. gr. 8°. Berlin. ⅓ Thlr.

Engineering. Deutsche Ausgabe. Herausgegeben und redigirt von J. v. Stummer-Traunfels. 1. u. 2. Bd. gr. 4°. Wien. à 6⅔ Thlr.

Engène, J. B., Etudes sur les chemin de fer et les télégraphes électriques, au point de vue de la défense du territoire. 2 vol. In-8°. Bruxelles. 12 fr.

Fehrmann, E. G., Album für Baudecoration und Zimmerschmuck. 1. Lfg. Fol. Dresden. 1⅔ Thlr.

Flattich, W., der Eisenbahn-Hochbau in seiner Durchführung auf den Linien der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft. gr. 8°. Mit Atlas in Fol. Wien. 20 Thlr.

Fränkel, W. u. R. Heyn, Atlas des Bauwesens. qu.-Fol. Leipzig. 2 Thlr., gbd. 2⅚ Thlr.

Gendt, Fr., J. G. van, Bouwkalender voor 1874. 4e jaargang. 8mal 8°. (2 en 56 bl. met agenda en eenige bl. advertenties). Amsterdam. In linnen 1 fl.

Glasmalerei, die, in ihrer Anwendung auf den Profanbau. Von Dr. H. O. gr. 8°. Berlin. 1⅓ Thlr.

Gottgetreu, R., physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien. 2. Aufl. 1. Bd. gr. 8. Berlin. 3½ Thlr.

Gottlob, S., die Locomobilen und halbstabilen Dampfmaschinen auf der Wiener Weltausstellung. gr. 8°. Leipzig. 12 Sgr.

Grave's, H., österreichisch-ungarischer Bau- und Ingenieur-Almanach für 1874. 17. Jahrg. gr. 16°. geb. Wien. 1½ Thlr.

Grebenau, H., Resultate aus den Pegelbeobachtungen aus den elsafs-lothringischen Flüssen Rhein u. Mosel von 1807 bis 1872 incl., gr. 8°. Strafsburg. 2 Thlr. 17½ Sgr.

Greive, Jr. J. C., Het Noordzeekanal. Naar de natuur geteekend en op steen gebracht. gr. Fol. 8 gelith. platen. Amsterdam. In portefeuille. 20 fl., gekleurd 40 fl.

Gropius und Schmieden. Evacuations-Pavillon für die Kranken-Anstalt Bethanien in Berlin. Mit 1 Kupfertafel. gr. 8. geh. ⅓ Thlr.

Grothe, D., Kennis van werktuigen ten dienste van civiel-ingenieurs, architekten enz. Vooral als leiddraad bij het onderwijs aan de polytechnische school. Met houtgravures. 1e deel: Machines voor het hijschen van lasten en het opvoeren van water. gr. 8°, 4 en 216 bl. Arnhem. 2 fl. 75.

Gugler, B., Lehrbuch der descriptiven Geometrie. 3. Aufl. gr. 8°, mit Atlas in 4°. Stuttgart. 2⅔ Thlr.

Guillaume, L., Hygiène des écoles. Conditions architecturales et économiques. In-8°, avec figures. Paris. 2 fr.

Guilmard, D., Ornamenten-Schatz. 3. Aufl. 6. u. 7. Lfg. gr. 4°. Leipzig. 16 Sgr.

Haarmann's, F. L., Zeitschrift für Bauhandwerker, herausgegeben von G. Haarmann. 18. Jahrg. 1874 (12 Nrn.). gr. 4°. Halle. Vierteljährlich ¾ Thlr.

Haberl, C., das Orientiren des Meßtisches und Bestimmen von Standpunkten mit dem Meßtische oder einem Winkelinstrumente. 2. Aufl. gr. 8°. Wien. 12 Sgr.

Hagen, G., Ueber Form und Stärke gewölbter Bogen. Mit einer Kupfertafel. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. gr. 8. geh. ⅚ Thlr.

Digitized by Google

Hagen, G., Messung des Widerstandes, den Planscheiben erfahren, wenn sie in normaler Richtung gegen ihre Ebenen durch die Luft bewegt werden. gr. 4°. cart. Berlin. ½ Thlr.

Hagen, G., Handbuch der Wasserbaukunst. Dritte neu bearbeitete Aufl. Theil II. Die Ströme. Vierter Band. gr. 8. mit Atlas in Fol. 4 Thlr.

Mit diesem Bande ist das Werk vollständig und tritt vom 1. Januar 1875 ab der erhöhte Preis von 4⅔ Thlr. pro Band ein.

(Preis des vollständigen Werkes, umfassend 10 Bände, 46⅔ Thlr.)

Handbuch für specielle Eisenbahn-Technik, herausgegeben von E. Heusinger v. Waldegg. 2. Bd. Der Eisenbahn-Wagenbau. 2. Hälfte. 2. Aufl. Lex.-8°. Leipzig. 5 Thlr.

— — Dasselbe. 3. Bd. Der Locomotivbau. 1. Hälfte. Lex.-8°. Leipzig. 4 Thlr.

Hanhart, H. und A. Waldner. Tracirungs-Handbuch für die Ingenieurarbeiten im Felde bei der Projectirung und dem Bau von Eisenbahnen und Wegen. Mit Holzschnitten. kl. 8°. cart. 1⅓ Thlr.

Hart, J., die Werkzeugmaschinen für den Maschinenbau zur Metall- und Holzbearbeitung. 2. Aufl. 4. Lfg. gr. 8°. Mit Atlas in qu. Fol. Heidelberg. 3 Thlr.

Hartwich, E., Aphoristische Bemerkungen über das Eisenbahnwesen und Mittheilungen über die Eisenbahnen in London nebst Vorstädten. Mit XVII Tafeln. gr. 8. Zweite vermehrte Auflage. geh. 3½ Thlr.

Hartwich, E., Bemerkungen über die Schifffahrts- und Vorfluths-Verhältnisse in und bei Berlin mit Anschluss eines Projectes zu einem Canale von der Oberspree nach der Havel bei Wannsee. Mit 4 Blatt Pläne und Profile. gr. 8. geh. 1⅔ Thlr.

Haswell, Ch. H., Engineers' and Mechanics' Pocket-Book. 30. edit., revised and enlarged. 12°. morocco tuck. New-York. 14 sh.

Hauptmann, A., moderne ornamentale Werke im Stile der italienischen Renaissance. 2. Aufl. 1. Lfg. Fol. Dresden. 1⅔ Thlr.

Heinz, C., Beiträge zum Bau der Brücken, Durchlässe und Futtermauern bei Eisenbahnen. gr. 4°. Berlin. 5 Thlr.

Heinzerling, F., die Brücken der Gegenwart. 1. Abth. Eiserne Brücken. 2. Heft. Fol. Aachen. 2 Thlr. 24 Sgr.

Herzbruch, ..., über Strafsenbau mit besonderer Berücksichtigung Ostpreufsens nebst Entwurf eines neuen Wege-Regulativs. Königsberg. ⅓ Thlr.

Hettner, H., der Zwinger in Dresden. gr. Fol. Leipzig. 14⅓ Thlr.

Hittenkofer, ..., das Entwerfen der Gesimse. 3. Aufl. gr. 4°. Leipzig. 3⅓ Thlr.

Hittenkofer, praktische Holz-Architektur. 1. Sammlung. 1. Heft. gr. 4°. Leipzig. 28 Sgr.

— — Dasselbe. 1. Sammlung. 2 3. Heft. Subscriptions-Preis 28 Sgr. Einzelpreis 1⅓ Thlr.

Hitzig, Fr., Das Palais Kronenberg in Warschau. Mit XIV Tafeln in Kupferstich und farbigem Druck. gr. Folio. cart. 8 Thlr.

Hochbauten der Königl. Württembergischen Donau-Allgäu- und Hohenzollern-Bahn, entworfen und ausgeführt von J. v. Schlierholz. 23 Blatt Folio und Text in Mappe. Stuttgart. 5 Thlr.

Holmes, W. C., Instructions for the Management of Gas Works. 8°. 152 p. cloth. London. 4 sh.

Hörmann, A., Die neuen Wasserhaltungsmaschinen auf den Dechenschächten bei Saarbrücken, der Tiefbau-Anlage zu Rüdersdorf und der Ferdinandsgrube bei Kattowitz. Text in 4. geh. Hierzu ein Atlas mit 29 Tafeln in Doppelfolio. cart. 6⅔ Thlr.

Jahrbuch, deutsches, über die Leistungen und Fortschritte auf den Gebieten der Theorie und Praxis der Baugewerbe. 4. Jahrg. 1873. 1—7. Heft. gr. 8°. Leipzig. à 12 Sgr.

Jenkins, F., and Raymond, J., on Building Contracts: a Legal Handbook for Architects etc. 2. edit. post-8°, cloth. London. 6 sh.

Ingenieurs, des, Taschenbuch. Herausgegeben von dem Verein „Hütte". Zehnte vermehrte und verbesserte Auflage. Mit vielen in den Text eingedruckten Holzschnitten. 8. geh. Preis 2 Thlr.

(Preis in Sarsenet gebunden 2⅓ Thlr.)

Jonas, Ueber die Stellung der Preise für die Leistungen der Eisenbahnen. Vortrag, gehalten im Verein für Eisenbahnkunde am 10. März. gr. 8°. geh. 8 Sgr.

Joudon, P., le Répertoire du bâtiment. Nomenclature générale des termes et mode de métré appliques aux travaux de construction. In-8°. Lyon. 6 fr.

Kalender für Eisenbahn-Techniker. Bearb. durch E. Heusinger v. Waldegg. 2. Jahrg. 1875. gr. 16°. geb. Wiesbaden. 1 Thlr.

Kämmerling, H., der Civilbau. Eine Sammlung von Entwürfen zu Privat-Wohngebäuden für Stadt und Land. 2. Bd. 2. Lfg. gr. Fol. Berlin. 2 Thlr.

Karmarsch u. Heeren's technisches Wörterbuch. 3. Aufl. bearb. v. Kick u. Gintl. 1. 2. Lfg. gr. 8°. Prag. à ⅔ Thlr.

Keller, K., Berechnung und Construction der Triebwerke. gr. 8°. Heidelberg. 2⅓ Thlr.

Kerr, Robert, a small Country House: a brief Practical Discourse on the Planning of a Residence, to cost from £ 2000 to £ 5000. With Supplementary Estimates of up to £ 7000. 12°. 100 p. London. cloth. 3 sh.

Klasen, L., die Entwässerungs-Anlagen in ihren Grundzügen dargestellt. gr. 8. Halle. 12 Sgr.

Klette, R., über Arbeitshäuser. gr. 8°. Halle. 12 Sgr.

Konkurrenz, die freie, bei der Verfassung von Plänen zu Staatsbauten. gr. 8°. Wien. 8 Sgr.

Kretschmer, J. W., der Locomotivführer und die Locomotive. 4. Aufl. 8°. Berlin. ⅝ Thlr.

Kutscher, E., Die neue Aufbereitungs-Anstalt bei Clausthal. Text in 4° mit Tafeln und einem Atlas mit 10 Tafeln in Folio. 3⅓ Thlr.

Laissle, F., u. A. Schübler, der Bau der Brückenträger mit besonderer Rücksicht auf Eisen-Constructionen. 1. Thl. 1. Hälfte. 4. Aufl. gr. 8°. Stuttgart. 1⅓ Thlr.

— — Dasselbe. 2. Thl. gr. 8°. Ebendas. 2 Thlr.

Lang, H., die Cisterzienser-Klosterkirche in Salem. Mit sechs Tafeln. gr. Folio. cart. 2 Thlr.

Lauer, J., Mauerwerks-Sprengungen mit Dynamit und Pulver. gr. 8°. Wien. 2⅔ Thlr.

Lentz, H., die Balkenbrücken aus Schmiedeeisen. 2. Aufl. Hoch-4°. Berlin. 3 Thlr.

Digitized by Google

Le Preux, E. F., Un album d'architecte. Recueil de 70 pl. gravées sur acier et accomp. de leur texte explicatif. Grand-in-8°. Paris. En carton 25 fr.

Lucae, R., Warum wir Schinkel feiern. Festrede, gehalten bei der Schinkelfeier am 13. März 1873. gr. 8°. geh. 1/3 Thlr.

Lützow, C. v., u. L. Tischler, Wiener Neubauten. 1. Lfg. Fol. Wien. 2 2/3 Thlr.

Marchal, O., l'Atlas du meunier et du Constructeur de moulins. Série de documents pratique. In-folio, avec 41 pl. Paris. 40 fr.

Meldola, R., Elementary Inorganic Chemistry: the Non-Metallic Elements. 12°. 192 p. cloth. London. 1 sh. 6 d.

Menne und Doerenberg, Graphische Darstellung der Leistungsfähigkeit einer Güter-Locomotive von 50 Tons (à 20 Ctr.) Gesammtgewicht incl. Tender und 38570 Kil. adhärirendem Gewicht bei verschiedenen Steigungen, Curven, Geschwindigkeiten und Witterungsverhältnissen. 1 Blatt gr. Folio mit Randtext. 1 Thlr.

Menzel, C. A., und C. Schwatlo, der Steinbau. 6. Aufl. gr. 8°. geb. Halle. 4 Thlr.

Menzel, C. A., der practische Maurer. 6. Aufl., umgearbeitet von C. Schwatlo. gr. 8. Halle. 3 2/3 Thlr.

Morin, A., Salubrité des habitations. Manuel pratique du chauffage et de la ventilation. In-8°. Paris. 7 fr. 50.

Mothes, O., illustrirtes Baulexikon. 3. Aufl. 16. bis 27. Heft. gr. 8°. Leipzig. à 5 Sgr.

Muspratt's theoretische, practische und analytische Chemie, in Anwendung auf Künste und Gewerbe. Frei bearb. von Br. Kerl u. F. Stohmann. 3. Aufl. 2. Bd. 5—12. Lfg. Lex.-8°. Braunschweig. à 12 Sgr.

Nachrichten, statistische, von den Preufsischen Eisenbahnen. Bearbeitet auf Anordnung Sr. Excellenz des Herrn Ministers für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten von dem technischen Eisenbahnbüreau. Band XX. (Ergebnisse des Jahres 1872). gr. 4°. 1873. geh. 3 Thlr.

Von diesem Werk erscheint regelmäfsig jedes Jahr ein Band, welcher die statistischen Ergebnisse des vergangenen Jahres bringt.

Neumann, F., die Ziegelfabrikation. 7. Aufl. 8°. Mit Atlas in 4°. Weimar. 2 Thlr.

Niefs, A., architektonische Entwürfe aus dem Atelier des Hrn. Nicolai in Dresden. 9. u. 10. Lfg. Imp.-Fol. Berlin. à 2 Thlr.

Orth, A., Die Zionskirche zu Berlin. Mit 8 Kupfertafeln und 12 Holzschnitten. gr. Fol. cart. 4 2/3 Thl.

Otte, H., Geschichte der deutschen Baukunst von der Römerzeit bis zur Gegenwart. 5. Lfg. (Schlufs). gr. 8°. Leipzig. 24 Sgr.

Peyer, F., die Basilica des heil. Marcus zu Venedig. Eine baugeschichtliche Studie. gr. 8°. Schaffhausen. 18 Sgr.

Plage, E., Studien über Krankenhäuser mit Anwendung der daraus gewonnenen Resultate auf das Programm und die Vorarbeiten des neu zu erbauenden Krankenhauses in Wiesbaden. Mit 5 Blatt Zeichnungen und vielen in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 4°. geh. 2 Thlr.

Plessner, F., Anleitung zum Veranschlagen von Eisenbahnen nebst Preis-Ermittelung zur Feststellung der Baukosten. Dritte vermehrte und nach dem Metersystem umgearbeitete Auflage. Mit Kupfertafeln und Holzschnitten. Lex. 8°. 1874. 2 Thlr.

Pollitzer, M., der praktische Ingenieur und Baumeister. 1. Hälfte. 8°. geb. Brünn. 2 1/3 Thlr.

Pontzen, E., Schnee-Schutzvorkehrungen auf amerikanischen und europäischen Eisenbahnen. 8°. Wien. 1/3 Thlr.

Post-Office Directory, the, of the Building Trades in England, Scotland and Wales. 2. edit. roy.-8°. cloth. London. 25 sh.

Proell, R., Versuch einer graphischen Dynamik. gr. 8°. Mit Atlas in 4°. Leipzig. 2 2/3 Thlr.

Promnitz, J., der praktische Zimmermann. 2. Aufl. für das Metermaafs bearb. von G. Wanderley. gr. 8°. Halle. 3 1/3 Thlr.

— — der Holzbau. 2. Aufl. Bearbeitet von G. Wanderley. gr. 8°. geb. Halle. 3 1/3 Thlr.

Pugin, A. and J., and H. Le Keux, Specimens of the Architecture of Normandy. New edit. edited by R. P. Spiers. 4°. cloth. London. 42 sh.

Rankine, W. J. M., a Manual of Civil Engineering. 10. edit. thoroughly revised by E. F. Bamber. Post-8°. 798 p. cloth. London. 16 sh.

Raschdorff, J. C., Die Prämonstratenser-Abtei Knechtsteden. Mit vier Kupfern und vielen in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. Fol. cart. 2 2/3 Thlr.

Ratti, G., Cenni intorno alla costruzione del Ponte di ferro del Po a Borgoforte per la Ferrovia Mantova-Modena. Relazione. In-8°. 16 pag. Firenze.

Reinigung und Entwässerung Berlins. 12. Heft. gr. 8°. Berlin. 2 Thlr.

Reise-Studien, architektonische, vom Bodensee und der Schweiz. Aufgenommen, autogr. u. herausgeg. von Studirenden der Architekturfachschule am kgl. Polytechnikum in Stuttgart. 2.—8. Lfg. Fol. Stuttgart. à 24 Sgr.

Revy, J. J., Hydraulics of Great Rivers: the Parana, the Uruguay, and the La Plata Estuary. Folio. 182 p. cloth. London. 42 sh.

Rhodius, A., Ueber Mittelzahlen aus Beobachtungen von Naturerscheinungen, als Temperaturen, Barometerständen etc. 4°. geh. 1/3 Thlr.

Rimmer, Alfr., Architectural Drawing Studies. Intented as a simple Guide to the Knowledge of Ancient Styles of Architecture. With a Preface by the Very Rev. J. S. Howson. Oblong folio, boards. London. 2 sh. 6 d.

Ritter, A., Lehrbuch der technischen Mechanik. 3. Aufl. gr. 8. Hannover. 5 1/3 Thlr.

Robson, E. R., School Architecture; being Practical Remarks on the Planning, Designing, Building and Furnishing of Schoolhouses. With more than 300 Illustrations. 8°. 464 p. half-bound. London. 31 sh. 6 d.

Romberg's Zeitschrift für praktische Baukunst. 34. Jahrg. 1874. Imp.-4°. Berlin. pro complet 5 Thlr.

Rosenow, H., die Curven dritter Ordnung mit einem Doppelpunkte. gr. 8°. Breslau. 1/3 Thlr.

Rühlmann, M., allgemeine Maschinenlehre. 4. Bd. 2. Abth. gr. 8°. Braunschweig. 1 Thlr. 22 Sgr.

Ržiha, Franz, Lehrbuch der gesammten Tunnel-Baukunst. 2 Bde. 2. Aufl. Mit 650 in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. Lex.-8. geb. 18 Thlr.

Digitized by Google

Sacchi, A., Architettura pratica. Le abitazioni, Alberghi, case operaie, fabbriche rurali, case civili, palazzi e ville. In-8°. pag. XX — 744 con figure. Milano-Napoli. 20 L.

Salbach, B., das Wasserwerk der Stadt Dresden, erbaut in den Jahren 1871 — 1874. 1. Thl.: Die Vorarbeiten und die Projectirung des Baues. gr. 8°. Halle. $2^2/_3$ Thlr.

Sarrazin, O. u. H. Oberbeck, Taschenbuch zum Abstecken von Kreisbögen für Strafsen und Eisenbahnen. 16°. Berlin. geb. 1 Thlr.

Schädler, V., der praktische Hochbau. 2. Jahrg. 1. — 10. Lfg. gr. 8°. St. Gallen. à 9 Sgr.

Scharowsky, C., und L. Seifert, Tabellen zur Gewichtsberechnung von Walzeisen und Eisenconstructionen. 2. Aufl. gr 8°. cart. Hagen. 24 Sgr.

Schinkel, Karl Friedrich. Decorationen innerer Räume. Herausgegeben von Martin Gropius, Professor u. Director an der Königl. Handelsschule. Folio. VIII Tafeln in reichstem Farbendruck. Zweite Aufl. In Mappe. $8^2/_3$ Thlr.

— — Entwurf zu einem Königs-Palast auf der Akropolis zu Athen. X Tafeln in gröfstem Folio-Format. In Kupferstich und farbigem Druck. Neuer Abdruck vom Jahre 1874. 8 Thlr.

— — Decorationen auf den Königl. Hoftheatern zu Berlin. gr. Fol. XXXII farbige Aquatinta-Tafeln. Neuer Abdruck vom Jahre 1874. 15 Thlr.

Schlichting, J., Canalisation der Mosel von Arnaville bis Metz. Mit 12 Kupfertafeln. gr. 4°. geb. $2^2/_3$ Thlr.

Schlierholz, J. v., Hochbauten der königl. württemberg. Donau-, Allgäu- und Hohenzollern-Bahn. Fol. geb. Stuttgart. 5 Thlr.

Schmitz, F., und O. L. Ennen, der Dom zu Cöln, seine Construction und Ausstattung. 19. u. 20. Lfg. gr. Fol. Cöln. 2 Thlr.

Scholtze's, C., Façaden-Entwürfe neuer Gebäude aller Art. Jahrg. 1874. 5 — 9. Heft. gr. 8. Leipzig.
Subscr.-Preis à 28 Sgr.
Einzelpreis à $1^1/_3$ Thlr.

Schoen, J. G., der Tunnelbau. 2. Aufl. mit Atlas. gr. 8°. Wien. $5^1/_3$ Thlr.

Schrabetz, E., neuer patentirter Schienenbieg-Apparat. 2. Aufl. gr. 8°. Wien. 8 Sgr.

Schreiber, Die Preufsischen Eisenbahnen und ihr Verhältnifs zum Staat. 1834 — 1874. gr. Lex.-8°. 1874. geh. $^2/_3$ Thlr.

Schubert, F. C., Rath- und Pfarrhäuser, Kirchen, Capellen und Schulen. Entwürfe. gr. 4°. Leipzig. 2 Thlr.

Schwatlo, C., Handbuch zur Beurtheilung und Anfertigung von Bauanschlägen. 6. Aufl. gr. 8°. Halle. $2^1/_3$ Thlr.

Seefehlner, J., Tabelle zur Berechnung der Eigengewichte eiserner Brückenconstructionen für Eisenbahnen. 8°. Pest. $^1/_4$ Thlr.

Sharpe, Edm., Architecture of Cistercians. 4°. sewed. London. 7 sh. 6 d.

Sievers, J., Die Flötzlagerung in der Stoppenberger und Horster Mulde. Mit sechs Texttafeln und einer Tafel Profile. 4°. geh. 1 Thlr.

— — Flötzkarte dazu. 3 Blatt gr. Folio. 2 Thlr.

Smit, G. A., de bouwkundige vraagbaak en rekenmeester. Handleiding tot het maken van berekeningen voor timmer-, metsel-, aardstukadoor-, steenhouvers-, ververs-, smids-, glazenmakers-, loodgieters-, draaiers-, behangerswerk enz. enz. 1e afl. Post-8°. bl. 1 — 48 met 2 uitsl. gelith. platen. Leiden. 45 c.
Complet in 8 à 12 afl.

Sorge, C. Th., die Secundairbahnen in ihrer Bedeutung und Anwendung für das Königreich Sachsen. 2. Aufl. gr. 4°. Dresden. 12 Sgr.

Spon's Dictionary of Engineering, Civil, Mechanical, Military, and Naval. With Technical Terms in French, German, Italian, and Spanish. Edited by Byrne and Spon. 3 vols. roy.-8°. cloth. London. 5 L. 5 sh.

Stahlberger, E., die Ebbe und Fluth in der Rhede von Fiume. gr. 4°. geb. Pest. 2 Thlr.

Stephenson, Sir R. M., Elementary and Practical Instructions in the Science of Railway Construction. 5. edit. revised and considerably augmented by Edward Nugent. 12°. 2070 p. cloth. London. 3 sh.

Stern, S., weitere Beiträge zur Theorie der Schallbildung. Lex.-8°. Wien. $^1/_6$ Thlr.

Street, G. E., Brick and Marble in the Middle Ages. 2. edit. with numerous Illustr. 8°. 428 p. cloth. London. 26 sh.

Studien, architektonische. Herausgegeben vom Architekten-Verein am königl. Polytechnikum in Stuttgart. 4. Jahrg. 1. Heft. Fol. Stuttgart. 24 Sgr.

Taylor, G. L. and E. Cresy, Architectural Antiquities of Rome. With 130 plates. New edit. Folio. half-bound. London. 63 sh.

Tiede, H., Schwemm-Canalisation und Berieselungs-System oder pneumatische Canalisation und Düngerfabriken. gr. 8°. Berlin. $^1/_3$ Thlr.

Tolhausen, A. and L., Technological Dictionary in the english, german and french languages. 2. Part. English-german-french. gr. 16°. Leipzig. $2^2/_3$ Thlr.

Tower, G. R. N., Instructions on Modern American Bridge Building. With Practical Applications and Examples. Illustr. with 4 plates and 30 Figures. 8°. cloth. Boston. 10 sh.

Transactions of the Society of Engineers for 1871. 8°. cloth. London. 10 sh. 6 d.

Trautwine, J. C., Civil Engineers' Pocket-Book. 3. edit. revised and enlarged. 12°. morocco tuck. Philadelphia. 25 sh.

Ueber die Bedingungen zur Sicherung der Rentabilität der Eisenbahnen. gr. 8°. Wien. 12 Sgr.

Viollet-le-Duc, E., Habitations modernes. 1re Livr. In-Fol. Paris. V° A. 20 fr.
L'ouvrage complet coûtera 200 fr.

Volz, C., Beiträge zur Holzornamentik. 1. Heft. gr. Fol. Nördlingen. 1 Thlr.

Vorarbeiten für die Wasserversorgung Darmstadts. gr. 8°. Darmstadt. 16 Sgr.

Waaterstaatskart van Nederland. Schaal 1 : 50000. Vervardigd op last van Zijne Excellentie den minister van binnenlandsche zaken Thorbecke, onder toezigt van P. Calaud en J. A. Besier. Harlingen 1 — 3 en Ameland. 4 bladen lithogr. in folio. 's Gravenhage. Per blad 1 fl. 50 c.

Wach, A., gemeinnütziger Baurathgeber bei allen Arbeits- und Materialberechnungen im Baufache. 6. Aufl. 8°. Prag. 2 Thlr., gebd. 2 Thlr. 8 Sgr.

Weber, M. M., Frhr. v., neue Pfade der Volkswirthschaft. Die Secundair-Eisenbahnen mit normaler Spurweite und langsamer Fahrbewegung. gr. 8°. Weimar. 9 Sgr.

Weisbach, J., Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. 5. Aufl., bearb. von G. Herrmann. 1. Thl., 11. und 12. Lfg. gr. 8°. Braunschweig. 1⅓ Thlr.

Weisbach's Ingenieur. Sammlung von Tafeln, Formeln und Regeln der Arithmetik, der theoretischen und praktischen Geometrie, sowie des Ingenieurwesens. 6. Aufl., unter Mitwirkung von F. Reuleaux herausgeg. von G. Querfurth. 1. Abth. 12°. Braunschweig. 16 Sgr.

Wiebe, F. K. H., Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer. Eine Sammlung ausgeführter Maschinen, Fabrik-Anlagen, Feuerungen, eiserner Bauconstructionen, sowie anderer Gegenstände aus dem Gebiete des Ingenieurwesens. Heft 91 — 96. à 1⅓ Thlr.

In Heften von 6 Blatt mit Text. kl. Folio. geh.

Von dieser Sammlung erscheinen jährlich sechs Hefte. Ein Inhaltsverzeichniſs von Heft 1 — 86, Jahrg. I — XV, systematisch bearbeitet, wird gratis ausgegeben.

— — Ueber die Darstellung der Verhältnisse der Schieberbewegung bei den Dampfmaschinen durch Schaulinien. Mit sieben Kupfertafeln. gr 4°. geh. 1⅓ Thlr.

Winkler, E., technischer Führer durch Wien. 2. Aufl. 8°. geh. Wien. 2 Thlr.

— — Dasselbe. Ergänzungen zur 1. Auflage. 8°. Ebendaselbst. ⅓ Thlr.

— — Vorträge über Brückenbau. Theorie der Brücken. 2. Heft. 1. Lfg. gr. 8°. Wien. 1 Thlr. 14 Sgr.

— — Vorträge über Eisenbahnbau. 2. Heft. Weichen und Kreuzungen. 2. Lfg. 2. Aufl. gr. 8°. Prag. 1 Thlr. 8 Sgr.

— — Dasselbe. 11. Heft. Signalwesen, von E. Schmidt. 1. u. 2. Lfg. gr. 8°. Ebendaselbst. 1 Thlr. 18 Sgr.

Wörterbuch, technologisches, in deutscher, französischer und englischer Sprache. 3. Bd. Französisch-deutsch-englisch. 2. Aufl., bearb. von O. Mothes. 2. (Schluſs-) Lfg. Lex.-8°. Wiesbaden. 2⅔ Thlr.

Wulff, E., architektonische Harmonielehre in ihren Grundzügen dargestellt. Fol. Wien. 4 Thlr.

Wüst, C., die Einführung der Ketten-Schifffahrt auf dem Neckar. gr. 4°. Heilbronn. ⅝ Thlr.

Zeichnungen der Fahrzeuge des Brückentrains und der Brückenbedürfnisse. gr. 4°. cart. Berlin. 1⅓ Thlr.

Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins in Hannover. Red. von Launhardt. 20. Bd. Jahrg. 1874. (4 Hefte). Imp.-4°. Hannover. 8 Thlr.

Zeitschrift für Bauwesen. Herausgegeben unter Mitwirkung der Königl. technischen Bau-Deputation und des Architekten-Vereins zu Berlin. Redigirt von G. Erbkam, Kgl. Baurath im Ministerium für Handel etc. Jahrgang XXIV. (1874). 10 Thlr.

Der Jahrgang umfaſst einen Band Text in gr. 4° und einen Atlas in gr. Folio mit Kupfertafeln in Stich, Lithographie und farbigem Druck in Folio und Quart.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuſsischen Staate. Herausgegeben im Kgl. Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten. Bd. XXII oder Jahrg. 1874. Text 4°. Atlas in Folio. 6⅔ Thlr.

Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins. Redacteur: W. Tinter. 26. Jahrg. 1874. Imp.-4°. Wien. 5 Thlr.

Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Redigirt von Ziebarth. 18. Bd. Jahrg. 1874. 7½ Thlr.

Zimmermann, H., Berechnung der Maximalmomente und Maximalschubkräfte eines continuirlichen Trägers an constantem Trägheitsmoment. Formeln, Regeln und Tabellen, nach Vorträgen von Ober-Baurath Prof. Sternberg, Director der Ingenieurschule in Stuttgart zusammengestellt. 1 Bog. Text und ½ Bog. Zeichnungen (Constructionsbeispiele) in Autographie. Carlsruhe. 12 Sgr.

Halle, Buchdruckerei des Waisenhauses.

Digitized by Goog

JAHRGANG XXV. 1875. HEFT IV BIS VII.

Amtliche Bekanntmachungen.

Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 26. Januar 1875, das formelle Verfahren bei Aufstellung und Einreichung der Projecte zu Wasserbauten betreffend.

Nachdem durch den §. 3 der Instruction zur Aufstellung der Projecte und Kosten-Anschläge für den Bau der Kunststraßen vom 17. Mai 1871 angeordnet worden ist, daſs sämmtliche Karten, Längen-Profile und Zeichnungen eines Wegeprojectes in einer Mappe vorzulegen sind, welche in der Regel nur wenig über 1 ^{m} lang und über $0{,}_{7}$ ^{m} breit sein darf, und nachdem durch den §. 5 der Instruction zur formellen Behandlung der Landbau-Projecte bestimmt worden ist, daſs die zum Zwecke der Versendung in Mappen zu verpackenden Zeichnungen in der Regel ein Format von $0{,}_{85}$ ^{m} Länge und $0{,}_{55}$ ^{m} Breite nicht überschreiten dürfen, hat sich das Bedürfniſs herausgestellt, auch für die Art der bildlichen Darstellung der Projecte aus dem Gebiete des Wasserbaues, soweit dieselben hier zur Vorlage gelangen sollen, gewisse Normen aufzustellen und zwar ebensowohl im Interesse ihrer leichteren Verpackung, als auch ihrer bequemeren Benutzung und ihrer späteren Aufbewahrung im Büreau des betreffenden Baubeamten.

Wenn schon im Allgemeinen die Situationspläne zu den gröſseren Strom- und anderen Wasserbauten sich leicht in ein für die Versendung und Aufbewahrung bequemes Format bringen lassen, sobald dazu die durchsichtige Leinwand benutzt wird, mag der für die Darstellung gewählte Maaſsstab auch immerhin ein gröſserer oder die Ausdehnung der Situation eine umfassendere sein, als sie z. B. für die einzelnen Sectionen eines Chaussee-Projectes durch §. 3 der Instruction vom 17. Mai 1871 vorgeschrieben sind, so läſst sich doch für Situationszeichnungen, bei denen es auf sehr scharfe und genaue Darstellungen ankommt, oder für welche die Anwendung verschiedener distincter Farbentöne geboten ist, die Zeichenleinwand nicht immer anwenden, sondern es muſs dafür starkes Zeichenpapier benutzt werden. Um nun in diesem Falle nicht unbequem zu transportirende und zu benutzende Rollen oder Mappen zu bekommen, empfiehlt es sich, die Situationspläne in der Weise zu brechen, daſs sie das Format des gewöhnlichen Schreibpapiers annehmen, wie dies aus der Anlage I näher hervorgeht*). Der dadurch erstrebte Zweck einer überall bequemen Handhabung der Pläne wird sich aber bei diesem Verfahren um so eher erreichen lassen, weil bei der Anwendung von starkem Zeichenpapier der Maaſsstab für die Situation zumeist kleiner als bei der Verwendung von Zeichenleinwand, also z. B. für die Darstellung von Flufsläufen häufig 1 : 10000 anstatt 1 : 5000 genommen werden kann, ohne der Deutlichkeit Eintrag zu thun, insofern diese bei dem kleineren Maaſsstabe durch die leicht zu erreichende gröſsere Präcision der Zeichnung ersetzt wird. Aehnlich verhält es sich mit der Darstellung der einzelnen Bauwerke eines hydrotechnischen Projectes, wie Schleusen, Brücken, Wehre etc., für welche in §. 6. der Instruction vom 17. Mai 1871, soweit es sich um Chausseebrücken, Futtermauern etc. handelt, ein Maaſsstab vorgeschrieben worden ist, welcher mit geringen Ausnahmen auch für die übrigen der vorgenannten Bauwerke anwendbar sein wird.

Werden unter Anwendung eines solchen Maaſsstabes die einzelnen Theile der Projectzeichnung nicht über-, sondern nebeneinander in der Weise gruppirt, wie dies die Anlage II ergiebt, so wird sich auch ein solches Blatt leicht in das Format eines gewöhnlichen Schreibpapiers zusammenlegen lassen, ohne die Benutzung desselben zu erschweren.

Indem ich die Königliche Regierung veranlasse, in Zukunft bei Aufstellung und Einreichung der Projecte zu Wasserbauten nach vorstehenden Andeutungen zu verfahren resp. die Local-Baubeamten mit entsprechender Anweisung zu versehen, bemerke ich zugleich, daſs das über die Darstellung von Situationsplänen zu hydrotechnischen Anlagen Gesagte auch allgemein auf alle Situationspläne Anwendung zu finden hat, welche nicht geodätischen Berechnungen zur Unterlage, sondern lediglich zur Orientirung über Straſsen, Wege und Flufsläufe und zur Bezeichnung der Lage der mit solchen in Verbindung stehenden Kunstbauten dienen sollen.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
gez. Dr. Achenbach.

An
sämmtliche Königliche Regierungen und Landdrosteien, die Königliche Ministerial-Bau-Commission und das Königliche Polizei-Präsidium, sowie die 3 Strombau-Directionen zu Coblenz, Magdeburg und Breslau (je besonders).

*) Die Anlagen I und II, welche hier nicht beigefügt sind, werden bei den betreffenden Regierungen, Landdrosteien etc. eingesehen werden können. D. R.

Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 25. Februar 1875, betreffend die amtliche Betheiligung der Kreis-Baubeamten bei der Veranschlagung etc. von Schul-, Pfarr- und Kirchen-Bauten fiscalischen Patronats, so wie von dergleichen Bauten mit staatlicher Unterstützung.

Mehrfache Bedenken, welche bei der Einführung unserer Erlasse vom 16. Mai und 17. October v. J. bei einigen Provinzial-Regierungen sich geltend gemacht, und in einer Vorstellung der Regierung zu Königsberg ihren Ausdruck gefunden, haben uns veranlafst, die darin erhobenen Zweifel einer nochmaligen, reiflichen Erwägung zu unterziehen, als deren Ergebniſs wir den darauf ertheilten Bescheid vom heutigen Tage abschriftlich der Königlichen Regierung zur Kenntnifsnahme und Nachachtung zugehen lassen.

Der Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten.
gez. Dr. Falk.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
gez. Dr. Achenbach.

An
die Königlichen Regierungen (ausschliefslich Königsberg, Schleswig, Trier, Aachen und Sigmaringen), sowie an die Königliche Finanz-Direction in Hannover.

Berlin, den 25. Februar 1875.

Auf den Bericht vom 18. November v. J., betreffend die anderweitige Begrenzung der amtlichen Wirksamkeit, welche die Kreis-Baubeamten der Veranschlagung, Ausführung und Rechnungslegung von Schul-, Pfarr- und Kirchen-Bauten fiscalischen Patronats oder bei staatlicher Unterstützung zu widmen haben, und die für die Entlastung dieser Beamten an die Ausübung unserer Erlasse vom 16. Mai und vom 17. October v. J. geknüpften Folgen wird der Königlichen Regierung hiermit eröffnet, dafs die in beiden Beziehungen von Derselben constatirte Auffassung keineswegs zutrifft. Die Annahme, dafs die amtliche Betheiligung der Kreis-Baubeamten bei der geschäftlichen Behandlung der erwähnten Bausachen erst in den Fällen einzutreten habe, wenn die Höhe des Kosten-Antheils, welchen der Staat als Patron oder aus anderem Anlafs beiträgt, die Grenze von 100 Thlr. überschreitet, ist, wie die Einsicht des Erlasses vom 16. Mai v. J. nachweist, eine irrthümliche, indem nicht sowohl der Antheil des Staats, als vielmehr ganz allgemein die Gesammtheit der Baukosten im Betrage von 100 Thlr., welche für das betreffende Bauobject in Aussicht genommen oder aufgewandt sind, den Maafsstab für die amtliche Wirksamkeit der Baubeamten bei seiner geschäftlichen Behandlung bestimmen. Eben so wenig zutreffend ist aber auch die Auslegung, welche die Königliche Regierung aus unserem Erlafs vom 17. October v. J. in Betreff der Unwirksamkeit desselben für die Entlastung der technischen Beamten hergeleitet hat, insofern der Erlafs bezüglich der Ermittelung der Leistungen des fiscalischen Patrons auf den Fortbestand der auf diese bezüglichen früheren Verordnungen verweist, wie sich aus der nachstehenden Prüfung ihrer practischen Uebung ergiebt. In denjenigen Theilen des Staatsgebiets, wo nach der provinziellen Gesetzgebung der fiscalische Patron seinen Antheil an den Baukosten nicht als eine numerische Quote derselben, sondern in dem Werth des Bedarfs an Rohmaterialien leistet, welche die betreffenden Bauten erfordern, vollzieht sich die Leistung selbst entweder durch Abgabe solchen Materials in natura oder aber in der Entrichtung ihres Geldwerths. Im letzteren Falle, der, so viel uns bekannt, bei der überwiegenden Mehrzahl der Patronatsbauten in Anwendung kommt, wird sich die Thätigkeit der Kreis-Baubeamten durch unsere erwähnten Erlasse bei allen Bauten bis zu einem Kostenbetrage von 100 Thlr. auf die Prüfung, resp. Ermittelung des Antheils in den ihnen vorzulegenden Rechnungen zu beschränken haben, welcher der Verpflichtung des Patrons zur Hergabe des Rohmaterials angehört, mithin eine Betheiligung dieser Beamten bei der Veranschlagung, der örtlichen Recherche und Beaufsichtigung solcher Bauten cessiren, sofern sie nicht in den Fällen, welche der Erlafs vom 16. Mai pr. bezeichnet, geboten ist. Wo dagegen der Beitrag des Patrons in natura geleistet, namentlich der Bedarf an Bauholz aus Königlichen Forsten verabreicht wird, mufs es bei der Befolgung der für diesen Behuf maafsgebenden älteren Vorschriften nach Anleitung unseres Erlasses vom 17. Octbr. v. J. sein Bewenden behalten, mithin die Veranschlagung, der Nachweis der Verwendung und die örtliche Prüfung von den Kreis-Baubeamten auch ferner beansprucht werden, da der Betrieb und die geschäftliche Behandlung der fiscalischen Forstverwaltung dies erfordert. Abgesehen von der aus dieser Erwägung resultirenden Folgerung, dafs der geschäftliche Antheil der Baubeamten an den Bau-Objecten bis zu einem Betrage von 100 Thlr. auf ein erheblich geringeres Maafs und eine sehr viel geringere Zahl von Fällen als bisher beschränkt wird, darf ferner nicht übersehen werden, dafs die Königliche Regierung nach ihrer eignen Befugnifs in der Lage ist, die Zahl dieser Fälle noch mehr, als bisher geschehen ist, zu vermindern. Nicht allein von dem Herrn Finanz-Minister ist wiederholt der Wunsch ausgesprochen, die Forstverwaltung in der Belastung zu erleichtern, welche ihr durch die Naturalabgabe ihrer Producte zu fiscalischen Bauzwecken erwächst; auch wir sind mehrfach veranlafst gewesen, der Königlichen Regierung die Beschaffung des Holzbedarfs für die Eingangs erwähnten Bauzwecke unter Hinweis auf die Nachtheile, welche sich aus der Naturalabgabe ergeben haben, mittelst des für alle übrigen Bauleistungen adoptirten Verfahrens dringend zu empfehlen. Indem wir auf das Beispiel der Holzverabreichung für den Kirchenbau zu Wittigwalde als eine im eigenen Bezirk der Königlichen Regierung gemachte Erfahrung von der Erheblichkeit jener Nachtheile Bezug nehmen, müssen wir ferner bemerklich machen, dafs die Verwendung frisch geschnittener Trennhölzer zu Bauzwecken, wie sie bei Bau-Objecten bis zu 100 Thlr. bei der Natural-Verabreichung als Regel vorausgesetzt werden mufs, mit den Erfordernissen einer sachgemäfsen und dauerhaften Technik unvereinbar ist, und die Verzögerungen, welche sich an die Abfuhr des Holzes aus dem Walde durch die transportpflichtigen Gemeinen knüpfen, den Keim der Zerstörung vielfach in den abgegebenen Hölzern entwickeln, welcher als Holzschwamm oder in anderen Erscheinungen ausgebildet, nach kurzer Frist ihre Erneuerung zum Schaden der Bauverpflichteten herbeiführt.

Die Königliche Regierung möge aus der Erwägung der vorstehenden Erörterung entnehmen, dafs Ihre Auffassung über das vermeintlich geringe Maafs von Erleichterung, welche dem Geschäftsbetrieb der Kreis-Baubeamten durch unsere Erlasse vom 16. Mai und 17. October v. J. zu Theil wird, eine irrthümliche ist, und durch ausgedehntere Einführung des im Obigen empfohlenen Verfahrens zur Entlastung der technischen Beamten ihres Bezirks in dem Maafse beitragen, wie es durch die erwähnten Erlasse bezweckt, und wie wir nicht verkennen wollen, auch in dem Bericht vom 18. November pr. beabsichtigt ist.

Der Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten.
gez. Dr. Falk.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
gez. Dr. Achenbach.

An
die Königliche Regierung zu Königsberg

Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

(Anfang April 1875.)

Des Kaisers und Königs Majestät haben:

den Wasser-Bauinspector Bluth in Stralsund zum Regierungs- und Baurath,

den Wasser-Bauinspector Gebauer in Berlin zum Ober-Berg- und Baurath,

und den Bauinspector Krüger in Berlin zum Hofkammer- und Baurath ernannt, sowie

Digitized by Google

dem technischen Mitgliede der Direction der Oberschlesischen Eisenbahn zu Breslau, Regierungs- und Baurath Grotefend, den Charakter als Geheimer Regierungsrath und
dem Hausfideicommifs-Bauinspector Niermann den Charakter als Baurath verliehen.

Dem Geheimen Baurath Wex ist die Stelle des Vorsitzenden der K. Direction der Ostbahn in Bromberg übertragen,
und dem p. Bluth eine Regierungs- und Baurath-Stelle in Potsdam verliehen.

Ernennungen und Beförderungen.

Der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector Luck in Breslau ist zum Mitgliede der Königl. Direction der Oberschlesischen Eisenbahn ernannt,
der Kreis-Baumeister Düsterhaupt in Freienwalde a/O. zum Bauinspector daselbst,
der Kreis-Baumeister Schuke in Rathenow zum Bauinspector daselbst,
der Wasser-Baumeister Weinreich in Rügenwaldermünde zum Wasser-Bauinspector daselbst,
der Land-Baumeister Giefsel in Wilhelmshaven zum Marine-Hafenbau-Oberingenieur,
der Kreis-Baumeister Engelhardt in Cleve zum Bauinspector in Essen,
der Wasser-Bauinspector Garbe in Bromberg zum Lehrer an der Polytechnischen Schule in Hannover,
der Kreis-Baumeister Schwartz in Birnbaum zum Wasser-Bauinspector in Bromberg,
der Kreis-Baumeister Dau in Neukirch zum Wasser-Bauinspector in Stralsund,
der Kreis-Baumeister Woas in Trebnitz zum Bauinspector in Brieg,
der Land-Baumeister a. D. und bisherige Stadt-Baurath in Thorn, Herrmann, zum Bauinspector in Schleswig,
die Land-Baumeister:

Goldmann in Coblenz,
Herzberg in Neifse,
Hauptmann in Potsdam,
Goedeking in Berlin,
Hauck in Cöln,
Schuster in Hannover,
Devin in Carlsruhe (Baden),
und Bobrik in Danzig

zu Bauinspectoren bei der Militair-Verwaltung,
der Kreis-Baumeister Barnick in Schwetz zum Wasser-Bauinspector in Marienwerder,
der Kreis-Baumeister Kaupisch in Lauban zum Bauinspector in Hirschberg,
der Kreis-Baumeister Wolff in Halle zum Bauinspector daselbst,
der Kreis-Baumeister Hoffmann in Rawicz zum Bauinspector in Prenzlau,
der Land-Baumeister Bormann in Coblenz zum Bauinspector in Elberfeld,
der Land-Baumeister Bernhardt in Bromberg zum Bauinspector beim Kriegs-Ministerium in Berlin,
der Wasser-Baumeister Dempwolff zum Hafen-Bauinspector in Memel.

Dem früher Hannoverschen Bauinspector Taaks zu Esens ist die von ihm verwaltete Baubeamten-Stelle, welche in eine Bauinspector-Stelle mit dem Amtssitze zu Wittmund umgewandelt ist, verliehen,
dem längere Zeit beurlaubt gewesenen Kreis-Baumeister Wendt, früher in Carthaus, ist die Kreis-Baumeister-Stelle für den Baukreis Zossen, mit dem Wohnsitze in Berlin, und
dem Kreis-Baumeister Franke zu Wolmirstedt die Kreis-Baumeister-Stelle in Neuhaldensleben verliehen.

Anstellungen.

Der Baumeister H. von Lancizolle ist zum Kreis-Baumeister in Nauen ernannt,
ebenso der Baumeister von Perbandt in Cleve,
desgleichen der Baumeister Schmidt in Wolmirstedt,
der Wasserbau-Ingenieur Suadicani zum Kreis-Baumeister in Jork,
desgleichen der Baumeister Beutler in Schlawe,
desgl. der Baumeister Mex in Wirsitz,
der Baumeister Vogelsang zum Land-Baumeister in Gumbinnen,
der Baumeister Breda zum Kreis-Baumeister in Heilsberg,
der Baumeister von Könen zum Eisenbahn-Baumeister bei der Hannoverschen Staats-Eisenbahn in Hannover,
der Baumeister Berndt zum Kreis-Baumeister in Trebnitz,
der Baumeister Vehsemeyer zum Land-Baumeister in Düsseldorf,
der Baumeister Hellwig zum Eisenbahn-Baumeister bei der Nassauischen Staats-Eisenbahn in Wiesbaden,
der Baumeister Varnhagen zum Kreis-Baumeister in Dillenburg, und
der Baumeister Schönhals zum Land-Baumeister in Bromberg.

Versetzt sind:

der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector Schilling von Fulda nach Frankfurt a/O.,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector Bauer von Frankfurt a/M. nach Fulda,
der Kreis-Baumeister Andres von Schlawe nach Birnbaum,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector Wagemann von Hannover nach Hirschberg,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector Lange von Osnabrück nach Hannover,
der Eisenbahn-Bauinspector Kettler von Bremen zur commissarischen Verwaltung der Betriebsinspector-Stelle nach Osnabrück,
der Kreis-Baumeister Schlichting von Heydekrug nach Heinrichswalde (Baukreis Niederung),
der Eisenbahn-Baumeister Boisserée von Hamm nach Harburg zur commissarischen Verwaltung der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector-Stelle für die Bahn von Hannover nach Harburg,
der Bauinspector Germer von Prenzlau nach Berlin,
der Land-Baumeister Starke in Liegnitz als Kreis-Baumeister nach Lauban,
der Kreis-Baumeister Schattauer in Neidenburg als Land-Baumeister nach Liegnitz,

Digitized by Google

der Wasser-Baumeister und Administrator der fiscalischen Meliorations-Grundstücke in der Tuchel'schen Heide, Skrodzki zu Czersk als Kreis-Baumeister nach Schwetz,
der Kreis-Baumeister Wolff von Pleschen nach Rawicz,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector Grofsmann von Sorau nach Sagan.

Aus dem Preufsischen Staatsdienste getreten ist der Regierungs-Baurath Franzius in Berlin.

In den Ruhestand sind getreten, resp. werden in naher Zeit treten:

der Regierungs- und Baurath Treplin in Potsdam,
der Kreis-Baumeister Treuding in Neuhaldensleben,
der Wasser-Bauinspector Erdmann in Marienwerder,
der Bauinspector Schulze in Artern,
der Baurath Heuse in Elberfeld,
der Baurath Wohlbrück in Grafenbrück,
der Bauinspector Baeseler in Heinsberg,
der Geheime Regierungs-, Hofkammer- und Baurath Pasewaldt in Berlin,
der Eisenbahn-Commissarius, Geheime Regierungs- und Baurath Gustav Emil Schwedler in Berlin, und
der Ober-Betriebsinspector der Main-Weser-Bahn, Baurath Ruhl in Cassel.

Gestorben sind:

der Geh. Regierungs- und Baurath Giese zu Trier,
der Bauinspector Gericke zu Hirschberg,
der Bauinspector Haupt in Oels,
der Baurath Breithaupt in Cassel,
der Hafen-Bauinspector Bleeck in Memel,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Sendler in Berlin, und
der Wasser- und Meliorations-Bauinspector Rose in Breslau.

Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

Original-Beiträge.

Gebäude der Norddeutschen Grundcreditbank in Berlin, Behrenstrafse 7a.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 17 bis 19 im Atlas.)

Dieses Gebäude wurde in den Jahren 1872 — 73 erbaut.

Das Erdgeschofs enthält das Geschäftslocal der Bank, die beiden Stockwerke je eine grofse Wohnung.

Das bedeutende Raumbedürfnifs der Bank und die Anforderungen, welche dieselbe an die Lage der Geschäftsräume zu einander stellte, waren für die Disposition der Bebauung maafsgebend und von Einfluſs auch auf die Eintheilung der oberen Wohnungen.

Das Gebäude, auf einem Eckgrundstück gelegen, zeigt eine Ausbildung der Fronten im Sinne italienischer Palastarchitektur. Gesimse und Architekturtheile sind in schlesischem Sandstein, Flächen und Quaderung in Putz hergestellt. Die Ausstattung im Innern ist ohne Aufwand, doch den Anforderungen vornehmer Wohnungen entsprechend hergestellt.

Die Baukosten betrugen 160000 Thlr.

Kayser & von Grofsheim.

Der Zoologische Garten zu Berlin.

(Fortsetzung.)

II. Das Haus für grofse Raubthiere.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 20 bis 23 im Atlas.)

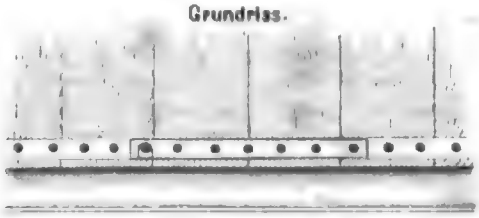
Von allen Thieren übt auf die Besucher unserer zoologischen Gärten keine Gattung, selbst die Affen nicht ausgenommen, eine gröfsere Anziehungskraft aus, als die der grofsen Raubthiere.

Die stets rege Lebendigkeit derselben, die imposante Kraft ihrer Erscheinung, in Verbindung mit der, namentlich bei der Fütterung sich äufsernden ungebrochenen Wildheit ihres Wesens bieten fortdauernd neue Reize für den Beobachter. Aus diesem Grunde ist bei Aufstellung des Planes ein unverhältnifsmäfsig grofser Zuschauerraum in Form einer langen Halle von $58{,}_{06}{}^{m}$ (185′) Länge und $5{,}_{65}{}^{m}$ (18′) Breite angeordnet worden. An Sonn- und Festtagen reicht trotzdem derselbe kaum aus. Aus dem früher angeführten Grunde der möglichsten Zuführung des Sonnenlichtes ist die Hauptrichtung des Hauses eine südöstliche. Aus demselben Grunde sind ferner auch nur an der südlichen Seite Thierkäfige angelegt. Nur um der Anlage einen mehr malerischen Reiz zu gewähren, ist in der Mitte ein centraler Ausbau angelegt, welcher einzelne, weniger empfindliche Thiere, wie Hyänen, gewisse Bären etc., an die nordwestliche Seite weist. Um den beiden hervorragenden Species dieser Gruppe, dem Löwen und dem Königstiger, einem gröfseren Raum zu bieten, sind an den beiden gebrochenen Ecken des Hauses sechseckige eiserne Pavillons als Spielkäfige für den Sommer angeordnet. Die Form und Gröfse derselben gestattet dem Publicum eine bequeme Uebersicht, zudem den Thieren selbst

Digitized by Google

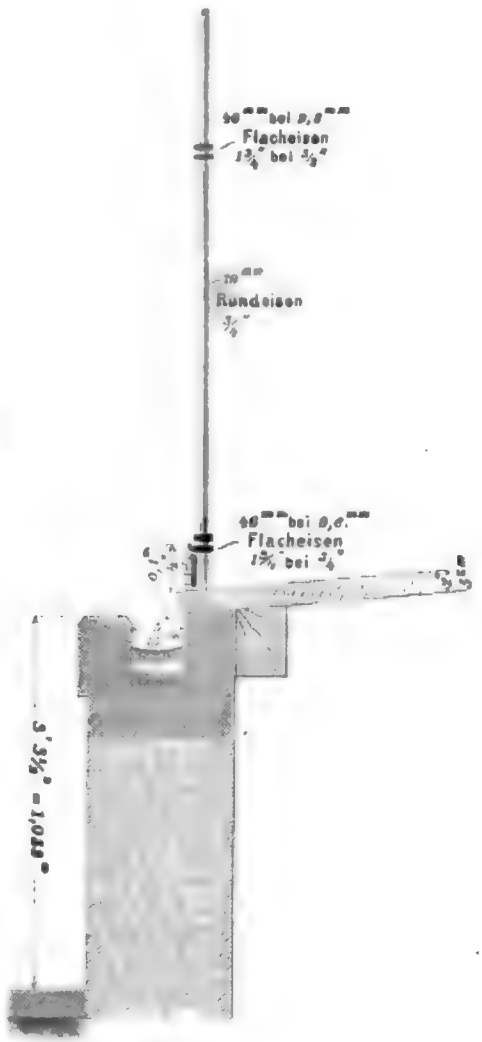
eine gröfsere Freiheit in der Entwickelung ihres Familienlebens. Die grofsen überdachten Nischen der Ecken vermitteln die Zugänge zu den Winterkäfigen und gewähren durch einen höhlenartigen Ausbau mit grofsen Granitsteinen dem Thiere ein seiner Gewohnheit zusagendes Lager auf von der Sonne durchwärmten Steinplatten. Die Pavillons selbst sind mit einem, des Schlagregens wegen weit überragenden Glasdach versehen. Die obere Ventilationsöffnung, in ihrer Form an die Königskrone erinnernd, charakterisirt diese Pavillons als bestimmt für die Könige der Thiere, den Löwen und den Tiger. Zu bemerken ist hierbei noch, dafs die grofsen lothrechten Eisenstäbe des Gitters, um ein Hinaufklettern, namentlich des Tigers, zu verhüten, nach innen weit ausladend umgebogen sind. Wie alle Sommerkäfige sind diese Pavillons mit einer starken Sandschüttung auf Klinkerpflaster versehen, welches durch alljährliche Erneuerung bei täglicher Beseitigung der Excremente die gewünschte Reinlichkeit gewährt. Sowohl unter sich als mit den Winterkäfigen sind diese Sommerkäfige durch Fallthüren von $0{,}65^{m}$ Breite und 1^{m} Höhe verbunden, um die Thiere einmal, je

Grundriss.

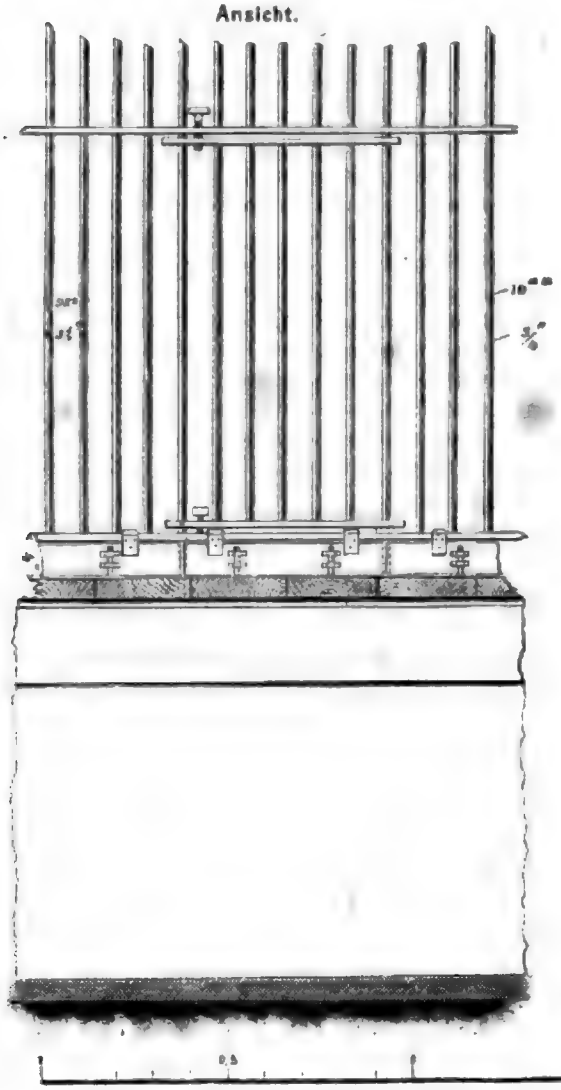


Detail vom Gitter mit Thürverschluss.

Schnitt.



Ansicht.



nach dem Bedürfnifs, täglich und stündlich zwischen Sommer- und Winterkäfigen wechseln lassen und der Reinigung wegen in die Nachbarkäfige versetzen zu können.

Die Winterkäfige sind von einander durch hölzerne Pfosten und gespundete 39^{mm} ($1\frac{1}{2}''$) starke Brettwände getrennt, vorn und in einem Theil der Decke mit schmiedeeisernem Gitter abgeschlossen, deren Detail vorstehende Skizze veranschaulicht. Der hintere Theil ist in seiner Decke mit einem gespundeten, 39^{mm} starken Brettboden geschlossen, welcher über den Käfigen einen, die ganze Länge des Hauses durchlaufenden Ventilationsraum schafft. An beiden Enden communicirt derselbe mit der äufsern Luft durch vergitterte Oeffnungen nach den überdachten Nischen der Eckpavillons, mit dem innern Raum durch verstellbare hölzerne Klappen von $\frac{1}{3}$ □^{m} Gröfse. Zugleich gewährt dieser Theil des Käfigs dem Thiere einen dunkeln Platz, der es den Blicken des Publicums ein wenig entzieht und ihm gegen die Sonne Schatten gewährt. Die Anlage besonderer Wurfkäfige hat sich aufserordentlich bewährt. Es sind deren 4 angeordnet, welche durch Ladenverschlüsse an den Oeffnungen gegen den Wärtergang die Möglichkeit gewähren, die Jungen in den ersten Tagen nach der Geburt den Blicken der Besucher zu entziehen. Nicht Mangel an Mutterliebe, sondern im Gegentheil das Bestreben des Weibchens, die Jungen zu verbergen, führt in den meisten Fällen den Tod derselben durch ungeschicktes Anpacken mit den Zähnen herbei.

Befinden sich die Jungen dagegen in einem abgeschlossenen, mäfsig beleuchteten Raum, so ist die Mutter ruhig. Das Futter empfängt sie in dem Nachbarkäfig, mit welchem sie durch eine Thür in Verbindung steht. Sind die Jungen herangewachsen, so kommen sie von selbst aus ihrem Versteck hervor.

Der Fufsboden der Winterkäfige ist aus 52^{mm} ($2''$) starken gehobelten Bohlen auf Lagerhölzern hergestellt. Dieselben sind stark geölt, an ihrer Unterseite und den beiden Hirnseiten mit einem dreimaligen Anstrich in Holzcement versehen, die allmälig sich öffnenden Fugen stark mit Holzcement verkittet, um das Durchlaufen und Tränken des Holzes durch den Urin nach Möglichkeit zu verhindern. Die vorgelegte, aus Cementmauerwerk und Cementputz hergestellte Rinne mit Wasserspülung führt denselben fortwährend ab und doch ist trotz täglichen Waschens des Fufsbodens gerade dies der Hauptfactor für den penetranten Geruch solcher Häuser. Alle Versuche für eine verbesserte Herstellung des Fufsbodens haben bis jetzt sich nicht bewährt.

Zwischen Käfig und Zuschauerraum ist ein Wärtergang von $1{,}_{33}{}^{m}$ Breite durch eine Barriere zwischen den Säulenstühlen gebildet. Derselbe bietet einen genügenden Raum für die Bewegung der Wärter, die Führung des Fleischwagens, und ermöglicht, das Publicum in der nöthigen Entfernung zu halten. Der Fufsboden der Käfige liegt 1^{m} über dem der Zuschauerhalle, in einer Höhe, welche nöthig ist, um das Thier bequem betrachten zu können. Die darunter liegenden Hohlräume öffnen sich ebenfalls gegen den Zuschauerraum und dienen, zum Theil vergittert, zur Aufnahme kleinerer Raub- und Nagethiere. Dieselben zu schliefsen, ist der sich hier gern einnistenden Mäuse und Ratten wegen nicht rathsam. Der Fufsboden des Zuschauerraumes ist mit Solinger Platten belegt, die Decke in ihrer einfachen gehobelten Holzconstruction mit eisernen Spannstangen sichtbar gelassen und mit gehobelten gespundeten Brettern verschaalt.

Die Heizung geschieht durch eine Warmwasserheizung mit 156^{mm} ($6''$) weitem Kupferrohr und 2 getrennten Kesseln. Bei sehr starkem Frost wird dieselbe durch 2 eiserne, an den beiden Giebeln aufgestellte Oefen unterstützt.

Das Aeufsere ist derart hergestellt, dafs allé Constructionstheile und Gesimse in einem gelben Birkenwerder Verblendklinker mit Anwendung schwarzer Ziegelstreifen und Muster, die Flächen in Kalkmörtelputz mit einem Anstrich in Silikatfarbe — welche sich hierbei gut bewährt hat — ausgeführt sind. Die Dächer sind in Dachpappe, die Oberlichter einfach in Doppelglas eingedeckt. Die Kosten des Baues, welcher in den Jahren 1870/1871 in dem Zeitraum von 10 Monaten hergestellt ist, belaufen sich einschliefslich aller Gitter auf die Summe von 37000 Thlr. bei 1515 □^{m} bebauter Fläche. Hiernach stellt sich der □^{m} auf 24 Thlr. $12\frac{1}{2}$ Sgr. oder der □Fufs auf 2 Thlr. 12 Sgr. 2 Pf.

(Fortsetzung folgt.)

Ende & Böckmann.

Das Städtische Allgemeine Krankenhaus in Berlin im Friedrichshain.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 24 bis 32 im Atlas.)

Nachdem bereits seit längerer Zeit darüber Klage geführt war, dafs wegen des Mangels an eigenen Krankenhäusern die Stadt Berlin auf dem Gebiete der öffentlichen Gesundheitspflege sich in Abhängigkeit von den Staats- und Privat-Anstalten befinde, gab im Jahre 1866 die Stiftung eines Legates von 50000 Thaler die unmittelbare Anregung zur Inangriffnahme der Vorarbeiten für den Bau eines neuen Städtischen Krankenhauses.

Als Bauplatz für dasselbe war ein unbepflanzter Theil des der Stadtgemeinde gehörenden Friedrichshains vor dem Landsberger Thore in Aussicht genommen. Derselbe stöfst an die nach Alt-Landsberg führende Chaussee, und erhebt sich im Durchschnitt auf 60 Fufs über dem Nullpunkte des Dammmühlen-Pegels, so dafs er in weitem Umfange eine freie Aussicht über die Stadt und den schönen sich nördlich anschliefsenden Park bietet, und die Luft dort von so guter Beschaffenheit ist, als es in der Nähe einer grofsen Stadt überhaupt nur möglich sein kann.

Im Herbst des Jahres 1866 wurden nun die unterzeichneten Architekten vom Magistrat der Stadt Berlin mit den Vorarbeiten zu einem Allgemeinen Krankenhause für 600 Betten beauftragt. Ein Programm für die ganze Anlage lag zu jener Zeit noch nicht vor. Allgemein war nur bestimmt, dafs 600 Kranke beiderlei Geschlechts Aufnahme finden sollten, und Kategorien der Geisteskranken, der Wöchnerinnen, der Syphilitischen, der Pocken- und der Cholera-Kranken ausgeschlossen sein sollten. Im Verkehr mit dem damaligen Stadtbaurath Meyer wurden daher die mannigfach-

Digitized by Google

sten Entwürfe aufgestellt, deren Zweck es zunächst war, das für eine moderne Muster-Anstalt zu wählende Princip der Gesammt-Disposition festzustellen.

Als Resultat dieser Vorarbeitung legte alsdann der Magistrat am 7. Juni 1867 einen ersten allgemeinen Entwurf mit Kostenüberschlag der Stadtverordneten-Versammlung vor, nach welchem die geforderten 600 Betten in vier zweistöckigen Pavillons à 128 und einem Isolirgebäude zu 88 Betten untergebracht werden sollten, und der Zugang von der Landsberger Chaussee gedacht war. Dieses Project wurde unter dem 28. December 1867 von der Stadtverordneten-Versammlung auch im Wesentlichen zur Ausführung genehmigt. Gleichzeitig wurde aber für die weitere Förderung der Angelegenheit von den beiden städtischen Collegien eine gemischte Deputation gewählt, die aus folgenden Mitgliedern bestand:

1) Herr Stadtrath Noeldechen als Vorsitzender und Referent,
2) - Stadtbaurath Meyer,
3) - Stadtverordneter Professor Dr. Virchow,
4) - - - Dr. Neumann,
5) - - Halske,
6) - - Voigt.

Im Verkehr mit dieser Deputation wurde dann im Frühjahr 1868 durch den Stadtbaurath Meyer unter Zuziehung der Architekten das definitive Bauprogramm festgestellt, und nach Einholung von Gutachten verschiedener medizinischer Autoritäten (Dr. Esmarch in Kiel, Professor Baum in Göttingen, Professor von Langenbeck in Berlin, Dr. Wilms in Berlin, Dr. Quincke in Berlin) und Verwaltungsbeamten (Dr. Esse in Berlin, Director Herfordt in Berlin) das vorerwähnte Project von Neuem mehrfach umgestaltet, so dafs es erst am 13. October 1868 in gänzlich veränderter, der jetzigen Ausführung im Wesentlichen entsprechender Gestalt, und mit ausführlichen Kostenberechnungen für einzelne Gebäude wieder vor die Stadtverordneten-Versammlung gelangen konnte.

Die bald darauf erfolgte definitive Genehmigung dieses Projectes ermöglichte es, noch in demselben Jahre mit einem Theil der Fundamentirungen zu beginnen, ein Umstand, der für die Stadt von Wichtigkeit war, da das vorerwähnte, für den Bau ausgesetzte Legat bei späterem Baubeginn verloren gegangen sein würde.

Es mufs hier besonders hervorgehoben werden, welche eingehende Theilnahme Herr Professor Dr. Virchow an den Berathungen der Deputation nahm, und dafs seiner Initiative und seiner Mitwirkung ein wesentlicher Theil derjenigen Beschlüsse zu verdanken ist, deren Ausführung die allgemeine Anerkennung der Sachverständigen gefunden hat. Da die obenerwähnten Gutachten über das generelle Project zum Theil von erheblichem Einflufs auf die specielle Ausarbeitung desselben geblieben sind, so dürfte es von allgemeinerem Interesse sein, die wesentlicheren Punkte derselben hier kurz aufzuführen.

Herr Professor Dr. Esmarch spricht sich in seiner Beurtheilung vom 3. August 1868 anerkennend darüber aus, dafs in den vorgelegten Plänen zum ersten Mal in Deutschland die neueren, auch von ihm vertretenen Anschauungen über Hospitalbau und Hospitalhygiene zur Geltung gebracht seien. Der Disposition und Orientirung der Gebäude, besonders aber dem Beschlufs, die chirurgisch Kranken in einstöckigen Gebäuden mit Dachfirstventilation unterzubringen, wird beigepflichtet, und die Errichtung eines isolirten Operationsgebäudes in Mitten der chirurgischen Abtheilung für aufserordentlich zweckmäfsig gehalten.

Die Zahl von 20 bis 30 Betten für einen gut ventilirten Raum ist nicht zu hoch, wenn schwerere Verletzungen und gröfsere Operationen in Einzelzimmern behandelt werden. Solche Zimmer sind auch für die Fälle von Wundstarrkrampf, Hundswuth, Delirium etc. vorzusehen, weil die Anwesenheit derartiger Kranken in einem gröfseren Saale von üblem Einflufs zu sein pflegt. Der Zudrang solcher Kranken wird voraussichtlich ein sehr hoher sein, weil die Salubrität des projectirten Neubaues die der anderen Hospitäler Berlins um ein Bedeutendes übertreffen dürfte. Auf 4 bis 5 chirurgische Kranke wird deshalb ein Einzelzimmer verlangt, welches zur Aufstellung von 2 Betten Raum bietet, damit das tägliche Wechseln des Bettes ermöglicht, oder auch ein Leichtkranker zur Verrichtung kleiner Wärterdienste in demselben Zimmer untergebracht werden kann.

Es ist nicht zu bezweifeln, dafs die bei Anwendung des Pavillonsystems für die Anordnung einer gröfseren Anzahl von Einzelzimmern obwaltende Schwierigkeit eine befriedigende Lösung finden werde, und könnten vielleicht auch einzelne Räume des Kellergeschosses hierzu Verwendung finden.

Die Idee, die Fufsböden als Heizfläche zu benutzen, wird für eine besonders glückliche gehalten.*) In Bezug auf Reinlichkeit und Salubrität empfiehlt sich die Anordnung von Fliesen zur Herstellung der Fufsböden, deren abkühlende Einwirkung im Sommer leicht durch Läufer oder dergl. zu verhüten ist. Bei Anordnung ähnlicher Dachreiter, wie sie die Charitébaracke besitzt, wird sich ohne Schwierigkeit eine natürliche Ventilation herstellen lassen.

Für chirurgische Krankensäle und Einzelzimmer erscheint es von besonderer Wichtigkeit, englische Kamine einzurichten, welche in rauhen Tagen des Frühlings und Herbstes, wo die Heizung noch nicht funktionirt, und Wärter wie Kranke geneigt sind, sich durch Schliefsen aller Oeffnungen gegen Kälte zu schützen, zugleich die Erwärmung und die Ventilation bewirken. Die bekannte Salubrität der englischen Hospitäler hängt ohne Zweifel zum Theil von dem Gebrauche dieser Kamine ab, und eine im Frühjahr 1867 in Berlin versammelte Commission zu Berathung der Reformen im Militair-Medizinalwesen hat sich einstimmig dahin ausgesprochen, dafs die Einführung der Kamine auch in deutschen Hospitälern zu empfehlen sei.

Der Professor Dr. Baum zu Göttingen äufsert sich in einem Bericht vom 10. August 1868 über den ihm mitgetheilten Bau-Entwurf. Derselbe hält die Orientirung der ganzen Anlage für durchaus zweckmäfsig, die medizinischen Säle für tadellos, setzt aber den cubischen Athemraum von 2000 Cubikfufs für den Kranken als ein einzuhaltendes Minimum, während er sich nach den Plänen nur zu 1366 Cubikfufs berechnet. Die Räume der chirurgischen Abtheilung werden specieller besprochen; die Heizung des Fufsbodens

*) Diese Idee ist nicht zur Ausführung gekommen, weil Seitens des Curatoriums die Befürchtung ausgesprochen wurde, es könne ein hinreichend dichtes und zugleich dehnbares Material zur Herstellung des Fufsbodenbelages nicht wohl beschafft werden, und die Möglichkeit der Knallgasbildung bringe die Gefahr einer Explosion.

Digitized by Google

und das Belegen desselben mit Mettlacher Fliefsen wird für eine so heifse Stadt wie Berlin vollkommen passend erachtet, und als Beispiel auf Göttingen hingewiesen, wo trotz des kalten Sommers in den Schlafkammern die Fufsböden mit einer Art Cement hergestellt werden.

Gegen die Anlage grofser Säle wird geltend gemacht, dafs die mit solchen Sälen versehenen Anstalten in Paris und London grofse Ziffern der Pyämie ergeben, während diese in Hospitälern mit kleineren Zimmern, wie z. B. in Frankfurt a. M. und Braunschweig, fast unbekannt sei. Es wird daher die Anordnung von mehr kleinen Sälen zu 2, 4 bis 6 Betten empfohlen, ohne eine Lösung dafür angeben zu wollen, wie eine solche Disposition mit Firstventilation versehen werden könne.

Das isolirte Operationsgebäude hat sich bei den Nordamerikanischen Krankenhäusern als sehr zweckmäfsig bewährt.

Es wird ferner bemerkt, dafs für den Bedarf an Trink- und Waschwasser reichlich durch Quellwasser gesorgt werden müsse, da Brunnenwasser bei Trockenheit, tiefem Grundwasser oder anhaltendem Regen oft ammoniakhaltig sei, zur Pyämie disponire und dadurch jede Operation zur Grausamkeit mache.

Herr Geh. Ober-Medizinalrath Dr. B. von Langenbeck hierselbst urtheilt in seinem Gutachten vom 11. Aug. 1868, dafs es nicht im Interesse der städtischen Gesundheitspflege liegen könne, ansteckende Krankheiten wie Cholera, Pocken oder Syphilis von der Aufnahme auszuschliefsen, da dann auch Typhus, Scharlach u. s. w. fern gehalten werden müfsten.

In Bezug auf den Situationsplan wird bemerkt, dafs der Verkehr des ärztlichen und des Verwaltungs-Personals erschwert sei, und dafs dieser Umstand die Verwaltung zu einer ungewöhnlich kostspieligen machen werde. Es wird deshalb auf das in neuester Zeit in Amerika aufgestellte Princip hingewiesen, die Verwaltung in das Centrum der ganzen Anlage zu verlegen und radienartig mit den Pavillons zu umgeben. Von besonderer Wichtigkeit sei es, dafs die Aerzte du jour sich in gleicher Nähe von allen Pavillons befänden. Der Vorzug würde einer Anordnung zu geben sein, welche in einem im Centrum der Anlage zu errichtenden Gebäude die Verwaltung, die Küche mit Vorrathsräumen, die Apotheke, die Wachtzimmer der Aerzte du jour, den Operationssaal und die Receptionszimmer enthielte. Die isolirte Lage des Operationssaales in der Mitte der 4 chirurgischen Pavillons kann nicht für zweckmäfsig erachtet werden; jedenfalls würde derselbe durch verdeckte Galerieen mit diesen Pavillons zu verbinden sein, und müfsten aufserdem Schienenwege angelegt werden, damit die zu Operirenden in ihren Betten transportirt werden können.

Die Herstellung einstöckiger Pavillons für chirurgische Kranke sei wohl zu empfehlen, doch wird es für bedenklich gehalten, in Rücksicht auf das hiesige Klima die Ventilation nach dem Muster der Baracken herzustellen, wodurch jedenfalls die Heizung eine sehr kostspielige würde.

Die Verbindung der Pavillons mit der Verwaltung durch elektrische Telegraphen würde erwünscht sein.

Die Anlage eines Eiskellers auf den Lazarethterrains sei erforderlich.

Die beabsichtigte Herstellung der Fufsböden aus Mettlacher Fliefsen erscheint zunächst sehr praktisch, doch wird in Zweifel gezogen, ob die Heizung vom Fufsboden aus zweckmäfsig und angenehm sein werde, und empfohlen, erst einen Pavillon versuchsweise mit einer solchen Heizung zu versehen. Jedenfalls wird ein Belegen der Fufsböden mit dicken Läufern für nothwendig erachtet, sowohl zur Verhinderung des beim Gehen entstehenden Geräusches, als auch, um im Sommer die Kälte weniger fühlbar zu machen.

Die Gröfse der Krankensäle der chirurgischen Abtheilung für 20 bis 30 Betten ist nur zulässig für Kranke, welche nicht verwundet oder operirt sind. In den Räumen für Verwundete und Operirte dürfte die Zahl von 10 bis 12 Betten nicht zu überschreiten sein.

Das Gutachten des dirigirenden Arztes bei der Diakonissenanstalt Bethanien, Herrn Geh. Rath Dr. Wilms, äufsert sich über das Project dahin, dafs die unveränderte Annahme der Grunddisposition dringend zu befürworten sei, weil sie die administrativen Vortheile eines gröfseren Hospitals mit den hygienischen eines kleineren vereinige, und alle Anforderungen erfülle, die von ärztlicher Seite im Interesse der Kranken an den Neubau eines Krankenhauses zu stellen seien. Es sei die Behauptung berechtigt, dafs nach Vollendung des Baues nach dem vorliegenden Plan zur Zeit kein zweites Krankenhaus auf dem Continent existiren werde, welches nicht von dem Berliner in Bezug auf Salubrität und Zweckmäfsigkeit der inneren Einrichtung übertroffen würde.

Als besonders empfehlenswerth sei die Errichtung einstöckiger Pavillons zu je 32 Betten für chirurgische Abtheilung hervorzuheben, da es durch die Erfahrung constatirt sei, dafs sich die Erfolge der chirurgischen Praxis in den oberen Etagen verschlechtern. Bei genügender Ventilation und Isolirung der mit eiternden, übelriechenden und brandigen Wunden behafteten Kranken, sowie der Amputirten sei gegen Anlage von Sälen für 28 bis 30 Betten nichts einzuwenden; 4 bis 6 kleinere Zimmer für jeden Pavillon würden allen Anforderungen in Bezug auf die vorbezeichneten Kranken Genüge leisten.

Die projectirten Tageräume zur Aufnahme von Reconvalescenten machten es möglich, dafs während des Tages nur die Kranken in den gröfseren Sälen zurückbleiben, welche an das Bett gefesselt sind, wodurch die Erhaltung reiner Luft in den Krankensälen gefördert werde. Die Anlage solcher Räume habe sich in englischen, französischen und belgischen Hospitälern seit Jahren in jeder Hinsicht bewährt, und würden dieselben in Bethanien sehr ungern vermifst.

Die beabsichtigte Anlage der Latrinen sei zu empfehlen, da der ihnen angewiesene Platz es unmöglich mache, die Krankenräume zu inficiren.

Die Anlage eines besonderen Operationsgebäudes in Mitte und in Verbindung der Pavillons der chirurgischen Station bietet für eine gröfsere chirurgische Abtheilung so erhebliche Vorzüge, dafs sie um so mehr zu befürworten sei, als sie aufserdem noch die Beschaffung mehrerer einzelner Zimmer zur Isolirung der Operirten ermögliche. Falls die Erhöhung der Kosten ein Hinderniſs für diese Ausführung werden sollte, wird es empfohlen, zwei besondere Operationszimmer auf der Männer- und Frauen-Abtheilung einzurichten, wodurch dann aber die Beschaffung eines doppelten Inventariums erforderlich werde.

Ueber die Zweckmäfsigkeit und Wirksamkeit der projectirten Heizungs- und Ventilations-Einrichtungen hält Herr Dr. Wilms sein Urtheil nicht für competent, es erscheinen

Digitized by Google

ihm die Vorzüge der Mettlacher Fliesen zur Herstellung der Fufsböden jedoch so einleuchtend, dafs er sich für ihre Anwendung aussprechen würde, zumal die im Sommer zu befürchtende Erkältung der Füfse auf leichte Weise vermieden werden könne, und die nicht bettlägerigen Kranken den gröfsten Theil des Tages in den gedielten Tageräumen zubringen könnten.

Endlich wurde vom Geheimen Medizinalrath Dr. Quincke hierselbst das Project eingehend beurtheilt.

Die Lage der Anstalt auf einer Anhöhe aufserhalb der Stadt in dem der Commune gehörigen Friedrichshain, welcher die Bebauung der nächsten Umgebung auf alle Zeiten verbindert, und die Möglichkeit der Beschaffung reichlichen und guten Brunnenwassers sprechen für die Wahl des Bauplatzes, dessen erhöhte Lage die schnelle Abführung aller unreinen Flüssigkeiten erleichtert. Den Uebelständen von grofser Anhäufung von Kranken in einem Gebäude wird begegnet, indem die grofse Anstalt gewissermaafsen in eine Anzahl kleinerer aufgelöst wird. Ohne die Grenzen zu überschreiten, welche zur Ausübung einer rationellen Heilpflege innegehalten werden müssen, sollen die einzelnen Gebäude in entsprechender Entfernung von einander erbaut werden, und sind dieselben von den für die Verwaltung und die Beamtenwohnungen bestimmten Gebäuden gänzlich getrennt. Die Erbauung einstöckiger Pavillons entspricht den hygienischen Zwecken in vollkommenster Weise, und wird dabei bemerkt, dafs eine Anzahl chirurgischer Kranker mit leichten Contusionen etc. an die umgebende Luft besonders grofse Mengen zersetzbarer Stoffe nicht abgeben, während sich unter den inneren Kranken eine Anzahl befindet (Typhus etc.), welche in dieser Beziehung den Operirten gleich zu achten sind, weshalb zu erwägen bleibt, ob nicht zweckmäfsig einer dieser Pavillons der inneren Station zuzutheilen wäre.

Bei Anlage der Pavillons sind alle Umstände zu berücksichtigen, welche die Erhaltung reiner Luft und gleichmäfsiger Temperatur in den Krankensälen betreffen, und welche die Beaufsichtigung der Krankenpflege, so wie die Durchführung der nöthigen Disciplin ermöglichen und vereinfachen. Sonnenlicht und atmosphärische Luft müssen zu jedem Winkel Zutritt haben, ohne von den Kranken unangenehm empfunden zu werden. Die richtige Gröfse und Vertheilung der Fenster ist ein Haupterfordernifs, weil die sogenannte natürliche Ventilation durch Thüren und Fenster immer die Hauptsache bleibt, und Beobachtungen gelehrt haben, dafs bei jeder künstlichen Ventilation doch ein grofser Theil der Lufterneuerung durch die natürliche Ventilation stattfindet. Auf letztere wird deshalb namentlich von vielen englischen Aerzten und Technikern grofses Gewicht gelegt; sie wird unter Mitwirkung offener Kamine als ausreichend erachtet, und wird die künstliche Ventilation wegen ihrer ungleichen Wirkung und wegen ihrer Kostspieligkeit von ihnen verworfen. Die Fensterfläche mufs zwei Drittel der Gesammtfläche der Aufsenwand einnehmen, die Fenster müssen möglichst nahe bis unter die Zimmerdecke reichen, sich in den durch die ganze, nicht über 30 Fufs betragende Tiefe des Gebäudes reichenden Krankensälen einander gegenüberliegen, und so eingerichtet sein, dafs es möglich ist, zu jeder Zeit das erforderliche Luftquantum durch sie eintreten zu lassen. Um die Wirkung der natürlichen wie auch der künstlichen Ventilation nicht zu hemmen, ist die Anlage gröfserer Räume nothwendig, da viele Wände und Winkel die Luftströmung verlangsamen. Kleine Räume bieten verhältnifsmäfsig grofse Wandflächen, und sind deshalb schwer zu ventiliren. Die projectirten Säle für 28 Betten halten in dieser Beziehung das durch die Erfahrung gebilligte Maafs inne, und ist in ihnen allen Rücksichten Rechnung getragen, welche, wie erwähnt, die Beleuchtung und natürliche Ventilation erfordern. Durch den jedem Bett zukommenden Raum von 100 □Fufs und 1500 Cubikfufs ist jedem Kranken das erforderliche Luftquantum gesichert. Die Mittel der Lufterneuerung sind zweckmäfsig noch durch die nach dem Vorbilde amerikanischer Hospitalbaracken construirte Dachfirst vermehrt, und sind offene Kamine angeordnet, deren erhebliche Wirkung durch Morin's Untersuchung festgestellt ist.

Alle Mitglieder der grofsen Commission von 1858 zur Untersuchung des Sanitätswesens der Armeen und alle von derselben vernommenen Sachverständigen haben sich dahin ausgesprochen, dafs die Mittel der natürlichen Ventilation genügen werden, in den Krankensälen fortdauernd reine Luft zu erhalten. Unsere klimatischen Verhältnisse den englischen gegenüber dürften indefs die Benutzung der natürlichen Ventilation nicht in so ausgedehntem Maafse gestatten, und so war es nothwendig, um allen Anforderungen gerecht zu werden, dem neuen Bau auch eine künstliche Ventilation zu geben. Die hierfür projectirte Anlage wird voraussichtlich ihren Zweck erfüllen, es ist jedoch nothwendig, an einigen näher bezeichneten Stellen noch Ventilationsöffnungen anzuordnen, um jeder Stagnation der Luft vorzubeugen.

Bade- und Waschräume sowie Closets und Pissoirs sind zweckmäfsig disponirt, da sie zugfrei von den Sälen zu erreichen und durch einen ventilirten Vorplatz von denselben getrennt sind, während sie der äufseren Luft Zutritt gestatten.

Als ein wesentlicher Vorzug des Planes sind die projectirten Tageräume mit den vorgelegten Perrons zu bezeichnen. Erstere gestatten den nicht bettlägerigen Kranken, den Tag über das Krankenzimmer zu verlassen, Besuche zu empfangen und gemeinsam zu speisen, letztere ermöglichen, dafs auch bei weniger günstiger Jahreszeit schwache Kranke die wohlthätigen Einwirkungen von Sonne und Luft aufnehmen können. Die Abwesenheit genesender Kranken wird den schweren Kranken die nöthige Ruhe verschaffen, und die Luft des Krankensaales ist um so leichter rein zu erhalten, je weniger Personen sich dauernd darin aufhalten.

Für Aufbewahrung schmutziger Wäsche ist kein besonderer Raum bestimmt; dieselbe wird durch Röhren sofort in das Souterrain befördert, und von dort täglich abgeholt. Es trägt diese schleunige Entfernung verunreinigter Gegenstände wesentlich zur Erhaltung reiner Luft bei.

Die für das Belegen der Fufsböden mit Mettlacher Fliesen und die unter dem Fufsboden beabsichtigte Canalheizung geltend gemachten Vorzüge sind ganz unleugbar. Die Dichtigkeit der Fliesen gestattet es, sie mit Wasser abzuspülen, ohne dafs Feuchtigkeit einzieht. In Betreff der Heizung ist zu bemerken, dafs zwar schon die Römer ihre Wohnungen in Deutschland auf diese Art heizten, doch bleibt es fraglich, ob eine solche Anlage den in einem Krankenhause an sie zu stellenden Anforderungen vollkommen Genüge leisten kann, da die Theorie der Heizung und Ventilation noch nicht so weit gesichert ist, dafs den Ergebnissen der Rechnung absolut vertraut werden kann. Es empfiehlt sich

daher, zuvörderst einen Pavillon versuchsweise mit einer solchen Heizung zu versehen.

Die von den Fliesenfufsböden befürchteten Uebelstände treten erfahrungsmäfsig nicht ein.

Die Vereinigung einer gröfseren Anzahl von Kranken hat, abgesehen von der früher besprochenen, in gröfseren Räumen leichter zu erzielenden Ventilation, für die Erhaltung der Disciplin der Kranken und Wärter und durch die Beschränkung der zu Nachtwachen erforderlichen Personenzahl auch noch weitere, für den Betrieb der Anstalt ganz wesentliche Vortheile. Von den Wärterzimmern aus kann von einem Fenster der grofse Saal vollständig übersehen werden. Die Wohn- und Schlafräume der nicht im Dienst befindlichen Wärter sind zweckmäfsig ganz entfernt von den Krankenräumen angebracht. Die Erfahrung bestätigt es nicht, dafs in gröfseren Sälen der Einzelne durch die öfter eintretenden Todesfälle gemüthlich mehr angegriffen werde, da der Eindruck des Sterbens gegenüber der gröfseren Anzahl Ueberlebender weit weniger peinlich ist. Gesonderte kleinere Räume für gewisse Kranke sind stets neben den Sälen erforderlich, und ist die bei einem Saale von 28 Betten erforderliche Anzahl derselben auf 4 bis 5 anzunehmen.

Der Bauplan trägt diesem Bedürfnifs Rechnung, doch ist der den Einzelzimmern gewährte Cubikraum von 1500 Cubikfufs etwas knapp bemessen. Es wird hier daher eine besonders active Ventilation anzustreben sein.

Die Absicht, ein Isolirhaus für 88 Kranke herzustellen, kann nicht gutgeheifsen werden. Die in diesem Gebäude unterzubringenden Kranken erfordern dieselbe Vorsicht, wie schwere chirurgische Fälle, und es würde den Anforderungen einer rationellen Hygiene besser Rechnung getragen werden, wenn nicht ein Gebäude für 88 Kranke erbaut, sondern diese Bettenzahl in 2 bis 3 einstöckige Pavillons vertheilt würde, von denen dann auch die von Delirium tremens Befallenen in einem Gebäude gesondert untergebracht werden könnten.

Die Anlage eines besonderen Operationsgebäudes wird mehr durch Rücksichten der Convenienz als der Hygiene bestimmt. Ein solches Gebäude in Mitten der chirurgischen Pavillons und von diesen durch verdeckte Gänge zu ebener Erde erreichbar, mit freiem Zutritt des Lichtes zu jeder Zeit hat grofse Vorzüge, indessen würde von ärztlicher Seite auch kein Einwand dagegen erhoben werden können, wenn der Operationssaal in einem der Pavillons so angebracht würde, dafs er durch geschlossene Galerieen von den übrigen Gebäuden zugänglich wäre; nur bei ausbrechenden Epidemieen könnte die Benutzung des Operationssaales dann zeitweise unzulässig werden. Die Entscheidung dieser Frage hat daher von dem Gesichtspunkte der Technik und der Kosten zu erfolgen.

Das Gutachten wird schliefslich dahin resumirt:

1. Dafs die zur Ausführung bestimmte Plandisposition erhebliche Vorzüge vor den früher vorgeschlagenen habe.

2. Dafs die Anlage einstöckiger Pavillons nicht allein für die chirurgischen Kranken, sondern auch für die mit ansteckenden inneren Krankheiten Behafteten sehr zu empfehlen ist.

3. Dafs auch in diesen einstöckigen Pavillons die Anlage gröfserer Säle mit genügender Ventilation bis zu 30 Betten zulässig ist, wenn durch Anlage von Einzelzimmern für die Isolirung operativer Fälle, Schwerverletzter etc. Sorge getragen ist, und dafs auf je 6 bis 7 Kranke ein Einzelzimmer vorhanden ist.

4. Dafs ein besonderes Operationsgebäude und die Lage desselben zwischen und in Verbindung mit den für die chirurgische Abtheilung bestimmten Pavillons als zweckmäfsig erachtet werden mufs.

5. Dafs gegen die Anlage steinerner Fufsböden aus Mettlacher Fliesen und Erwärmung durch Heizcanäle, die unter denselben verlaufen, sowohl in den einstöckigen als auch im Erdgeschofs der zweistöckigen Pavillons ärztlicher Seits kein Bedenken erhoben wird, dafs es aber rathsam erscheint, die Wirkung einer solchen Anlage in einem Pavillon zu prüfen, ehe dieselbe in den übrigen eingeführt wird.

Der Situationsplan (Blatt 24) stellt die Gesammtdisposition dar, wie sie nach einigen, noch später genehmigten, die Gebäude für Verwaltung und die Oeconomie betreffenden Abänderungen zur Ausführung gekommen ist. Weggefallen ist nach den früheren Plänen eine damals projectirte Capelle, von der zu hoffen, dafs sie noch in Zukunft in dem freien Gartenplatze im Centrum der Anlage zur Erhöhung der architektonischen Gesammtwirkung werde errichtet werden.

Auch das bei den Gebäuden der chirurgischen Abtheilung vorgesehene Operationsgebäude ist zunächst nicht zur Ausführung gekommen; es dürfte jedoch schon bald den dringenden Wünschen der Aerzte für eine solche Anlage die Gewährung Seitens der städtischen Behörden zu Theil werden.

Der Haupteingang zur Anstalt ist nach dem im Westen der Anlage gelegenen Theil des Friedrichshains verlegt, und ist von der Landsberger Chaussee her eine Zufahrt durch den Park angeordnet. Am Eingang ist das Verwaltungsgebäude (Blatt 25 bis 32) mit den Wohnungen der Directoren und anderer Beamten, den Büreaus, den Aufnahme-Localitäten und der Apotheke errichtet. Hinter ihm sind in symmetrischer Anordnung um den mittleren Gartenplatz 6 zweistöckige Pavillons für je 64 Betten disponirt, welche, für Männer und Frauen getrennt, zur Aufnahme der innerlich Kranken dienen.

Im Norden bilden ferner 4 einstöckige, für die chirurgische Station bestimmte Pavillons zu je 32 Betten eine besondere Gruppe. Südlich, der Landsberger Chaussee zunächst, sind 2 Isolirgebäude für ansteckende Krankheiten errichtet, von denen ein jedes 44 Betten enthält.

Alle diese Krankengebäude sind in ihrer Längen-Ausdehnung genau von Norden nach Süden gestellt, so dafs die Sonne auf beide Seiten gleich wohlthätig einwirken kann. Die Entfernung unter einander beträgt 160 Fufs (= rot. 50 Meter).

Für die Oeconomie ist parallel dem Verwaltungsgebäude an der Ostseite des Terrains ein grofses Gebäude ausgeführt, das zur einen Hälfte für die Kochküche mit den erforderlichen Nebenräumen, zur anderen für den Betrieb der Wäscherei eingerichtet ist. Ein rückseitiger Anbau nimmt die Dampfkessel und die Maschine auf.

Vor diesem Gebäude steht ein kleiner Bau für die römischen und russischen Bäder. In der Nähe des Oeconomiegebäudes sind ferner an der Landsberger Chaussee 2 Thorgebäude mit kleineren Wohnungen für Anstaltsbeamte errichtet, zwischen denen die Einfahrt zur Oeconomie liegt.

Digitized by Google

Endlich zeigt der Plan noch gegen die östliche Grenze in der Hauptaxe der Gesammtanlage das Conservirhaus für Eis, so wie in nördlicher Richtung vom Oeconomiegebäude ein Leichenhaus mit besonderer Einfahrt von der dort belegenen neuen Strafse.

Am Schlufs des Jahres 1868, als der Bau begonnen werden sollte, standen von all diesen Gebäuden nur die Pläne zu den beiden Thorgebäuden und die Grundrisse zu den chirurgischen Pavillons fest. Alles Uebrige war, der vielfachen Aenderungen des Gesammtplanes halber, in den Entwürfen noch so unfertig, dafs an eine schnelle Ausführung der Gesammt-Anlage nicht wohl gedacht werden konnte.

Hatte man sich auch bald für das Princip des Pavillon-Systems entschieden und nach Anhörung der vorerwähnten ärztlichen Autoritäten die Raumvertheilung innerhalb der Krankengebäude festgestellt, so fehlten damals doch noch alle näheren Details der Heizungen und Ventilationen. Es war allerdings auch in dieser Beziehung ein eingehendes Programm aufgestellt, indessen legten die weitgehenden Forderungen desselben der definitiven Feststellung der Heizungsanlagen mannigfache Schwierigkeiten in den Weg.

Das von der gemischten Deputation aufgestellte Programm für die zweistöckigen Kranken-Pavillons zu 64 Betten lautete folgendermaafsen:

Bauprogramm zu den Kranken-Pavillons für innere Kranke für je 64 Betten.

A. In Betreff der baulichen Einrichtung.

1. Die Hauptdisposition für die Pavillons für innere Kranke ist nach der in der Sitzung der gemischten Deputation am 16. Mai 1868 vorgelegten Skizze zu treffen. Jeder Pavillon ist für 64 Betten einzurichten, welche im Erdgeschofs und im ersten Stockwerk unterzubringen sind.

2. Die Treppenläufe der Haupttreppe müssen, im Lichten, zwischen Wand und Geländer 6 Fufs Breite erhalten.

3. Für jedes Bett ist innerhalb der Krankensäle oder Zimmer eine Grundfläche von 100 □Fufs in Ansatz zu bringen. In den Isolirzimmern darf dieses Maafs vergröfsert werden und mufs die geringste Dimension dieser Zimmer mindestens 8 Fufs betragen.

4. Die Etagenhöhe ist im Erdgeschofs und ersten Stockwerk auf 15 bis 16 Fufs im Lichten zu halten.

5. Die Vertheilung der Kranken innerhalb eines Pavillons soll in besonders zugänglichen Zimmern und Sälen geschehen und zwar:

in 2 Sälen à 28 Betten = 56 Betten,
- 2 Zimmern à 2 Betten = 4 -
- 4 Zimmern à 1 Bett = 4 -

6. Womöglich im Erdgeschofs ist ein Aufnahme- und im ersten Stock ein Untersuchungszimmer anzuordnen.

7. Jeder Pavillon mufs 4 Wärterzimmer im Erdgeschofs und ersten Stockwerk angemessen vertheilt enthalten.

Es werden an Räumlichkeiten ferner verlangt:

8. Zwei Theeküchen mit je einem Wasserdampfapparat und einer Röhrenleitung für warmes und kaltes Wasser. Jede Küche mufs Platz für einen Schrank zur Aufbewahrung der Kräuter, Grützen etc. bieten.

9. Zwei Aufenthaltsräume für Reconvalescenten während des Tages von mindestens je 420 Quadratfufs Grundfläche.

10. Räume für 4 Badewannen in angemessener Vertheilung und Isolirung. Die Kranken müssen in Rollbahren bequem bis vor die Badewannen gebracht werden können.

11. Zwei Räume für eine angemessene Anzahl feststehender Waschbecken.

11*. Vier Ausgüsse für unreine Flüssigkeiten mit directer Lüftung.

12. Sechs Räume für je ein Watercloset mit directer Lüftung und zu lüftendem Vorraume.

13. Angemessene Räumlichkeiten zur Aufbewahrung von Utensilien.

14. Vier Pissoirs mit directer Lüftung und zu lüftendem Vorraume.

15. Es sind Perrons anzuordnen, auf welche die Kranken mit den Betten hinausgeschoben werden können.

16. Die Pavillons sind insoweit zu unterkellern, als es wegen der Vorrichtung für Heizung und Ventilation und wegen der Unterbringung folgender Räume nothwendig ist:

a. eines Vorrathsraumes für Mineralwasser von circa 150 □Fufs Grundfläche,
b. der nöthigen Vorrathsräume für Heizmaterial,
c. eines durch die ganze Länge des Gebäudes führenden Corridors zur Communication in der ganzen Anstalt und nach den Aufzugsvorrichtungen,
d. zweier Reserve-Wärterzimmer,
e. für 2 bis 3 Pavillons mufs ein gemeinschaftliches provisorisches Leichenzimmer vorhanden sein nebst einem Zimmer daneben für die Leichenwärterin,
f. eines Zimmers für einen Hausdiener.

17. In jedem Pavillon ist eine Aufzugsvorrichtung zum Transport von Kranken und Sachen anzubringen.

18. Zwei Treppen hoch ist eine Wohnung für einen Unterarzt, aus 2 Zimmern bestehend, anzuordnen.

19. Die Krankenzimmer erhalten gehobnte Fufsböden von höchstens 4 Zoll breiten eichenen oder kiefernen Kernbrettern event. kieferne Patentböden.

20. Die Decken des Erdgeschosses sind zu wölben.

21. Sämmtliche Fenster sind als Doppelfenster zu construiren.

22. Sämmtliche Treppen sind massiv herzustellen.

B. In Betreff der Ventilation.

1. In jeder Stunde des Tages und der Nacht und in allen Jahreszeiten müssen den Krankenzimmern pro Bett 2200 bis 2500 Cubikfufs frische Luft von angemessener Temperatur zugeführt werden.

2. Frische kalte Luft von aufsen beliebig zutreten zu lassen, mufs ohne Belästigung der Kranken ermöglicht sein.

3. Die Abströmung und Einströmung der Luft dürfen an keinem Punkte, wo eine Person davon berührt werden kann, eine gröfsere Geschwindigkeit als 19 Zoll in der Secunde annehmen.

4. Die Gasbeleuchtung mufs der Ventilation dienen und darf keine Verbrennungsproducte den Zimmern zuführen.

5. Für Nothfälle mufs das in Nr. 2 angegebene Maafs der Ventilation auf das Doppelte gesteigert werden können.

6. Die Luftabführung darf nicht an Stellen stattfinden, wo sie Kranken, welche sich dort versammeln, schädlich werden kann.

Digitized by Google

7. Es sind dahin Vorkehrungen zu treffen, dafs aus den einzelnen Krankensälen durch die Luftabzüge nicht Luft nach anderen Krankensälen geführt werde und dafs nicht Rückströmungen eintreten können. Hierbei ist auf den Einfluss des Windes sowohl auf die Evacuationsröhren, als auf die Einströmungsöffnungen für frische Luft gehörig Rücksicht zu nehmen.

8. Die Luftabzugs- und Zuführungsöffnungen müssen behufs Regulirung der Ventilation mit Registern versehen werden, event. mufs die Weglassung der Register bei den Luftabzugsöffnungen genügend motivirt werden.

9. Bei der freien Lage des Krankenhauses soll es gestattet sein, die einzuführende Luft aus beliebiger Höhe zu schöpfen, jedoch darf sie mit der Erde nicht in Berührung kommen, dafs sie dumpfig und zu feucht oder staubig werde.

10. Die Einströmungsöffnungen für die frische Luft sind so entfernt von den Abströmungsöffnungen anzulegen, dafs die Communication zwischen ihnen nicht stattfinden kann, ohne wirklich die Ventilation der Säle zu bewirken.

11. Die Abtritte sind angemessen zu ventiliren, wobei Luftströmungen vermieden werden müssen, welche den Kranken schädlich werden könnten.

12. Die Tagesräume für die Reconvalescenten sind während der Tageszeit angemessen zu ventiliren.

13. Alle übrigen Räume, wie Arzt- und Wärterzimmer, Untersuchungszimmer, Bade- und Waschräume, Corridore und Treppenflure, sind mit einer der verschiedenen Bestimmung angemessenen Ventilation zu versehen.

14. Die zur Hervorbringung der Ventilation etwa anzuordnenden Feuerstellen müssen in ihrer Anzahl möglichst beschränkt werden.

15. Die auf Ventilation pro Jahr aufzuwendenden Kosten sind mit möglichster Genauigkeit nachzuweisen.

16. Es ist ein theoretischer Nachweis unter Hinweisung auf anderweitig erzielte Resultate zu führen, dafs die gewählte Ventilationsart die in Nr. 1 und Nr. 5 geforderte Wirkung haben und auch der Forderung ad 3 entsprechen werde.

C. In Betreff der Heizung.

1. In allen zum Aufenthalte von Kranken bestimmten Räumen mufs zu allen Zeiten des Tages und der Nacht durch die Heizung eine constante Temperatur von 15 Grad Réaumur erhalten werden können, es mufs jedoch möglich sein, in allen oder in den einzelnen Räumen eine dauernde Steigerung bis auf 18 Grad R. hervorzubringen, oder sofern die Temperatur der äufseren Luft dieses gestattet, die Temperatur unter 15 Grad R. sinken zu lassen.

2. In den Räumen für Aerzte und Wärterpersonal, so wie in anderen Diensträumen darf die Temperatur des Tages nicht unter 15 Grad R., während der Nacht nicht unter 10 Grad R. sinken.

3. Auf den Treppen und in den Corridoren darf die Temperatur zu keiner Zeit des Tages oder der Nacht unter 10 Grad R. sinken.

4. Die Heizung des ganzen Gebäudes mufs im Princip Central-Anlage sein.

5. Die erwärmende Luft darf höchstens mit einer Temperatur von 44 Grad R. in die zu heizenden Räume eintreten und mufs die Einströmung so geleitet werden, dafs Personen dadurch in keiner Weise Belästigungen erfahren.

6. Die einströmende Luft mufs einen gehörigen Grad von Feuchtigkeit haben.

7. Es sind Vorkehrungen dahin zu treffen, dafs die Kranken in den Sälen und Tagesräumen sich entweder an einem Ofen oder Kaminfeuer wärmen können.

Um diesen complicirten und weitgehenden Anforderungen zu entsprechen, wurden die bekanntesten Heizungs-Firmen zu Offerten herangezogen, ohne dafs mit Ausnahme des technischen Directors der späteren Actiengesellschaft für Centralheizung (vormals Schäffer & Walcker), Herrn Ingenieur Bernard, es einer derselben gelungen wäre, bei ihrem Vorschlage rechnungsmäfsig den verlangten Effect mit Zuverlässigkeit nachzuweisen.

Man entschied sich endlich, zwei einstöckige Probe-Pavillons auszuführen, und dem einen derselben eine Luftheizung, dem anderen eine Mitteldruck-Wasser-Luftheizung zu geben. Der Erfolg dieser beiden verschiedenen Systeme sollte durch Versuche festgestellt, und erst nach dem Resultat derselben Entscheidung darüber getroffen werden, welche Heizung in den übrigen Gebäuden zur Annahme kommen würde. (Fortsetzung folgt.)

Gropius & Schmieden.

Kaiserliches General-Post-Amt in Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 33 bis 36 im Atlas.)

Das deutsche Postwesen hat im Laufe der Jahrhunderte seit den Zeiten der Reformation mit der politischen Umgestaltung der deutschen Nation Schritt gehalten und ist aus unscheinbaren Anfängen mehr und mehr zu einem der wichtigsten Culturhebel emporgewachsen. Der Name „Deutsche Reichspost“ verschwand zwar im Jahre 1806 gleichzeitig mit der Auflösung des damaligen deutschen Reichs und bis vor 20 Jahren bestanden noch 17 verschiedene selbstständige Postgebiete in Deutschland. Obgleich man schon damals im Vertragswege, namentlich durch den im Jahre 1850 gebildeten „Deutsch-Oesterreichischen Postverein“ die nöthige Einheit im Betriebe und den Verwaltungen zu erreichen suchte, so führten erst die Ereignisse der denkwürdigen Jahre 1864, 1866 und 1871 durch die Gründung des Norddeutschen Bundes und die bald darauf folgende glorreiche Errichtung des Deutschen Reichs an das lang ersehnte Ziel.

Die deutsche Postverwaltung erstreckt sich nunmehr vom Niemen bis zum Bodensee und von Schleswig bis nach Oberschlesien. Freilich fehlt dabei die vollständige Einverleibung der Post zweier Staaten, nämlich Bayerns und Württembergs. Die einheitliche Gestaltung der Verwaltung im Allgemeinen ist jedoch auch nach dieser Seite hin durch Verträge genugsam gesichert. Eine weitere Umgestaltung von den tiefeingreifendsten Folgen dürfte die nunmehr in

Ausführung begriffene Vereinigung der deutschen Telegraphen-Verwaltung mit derjenigen der Post bedingen.

Verhältnisse der Postverwaltung im Allgemeinen.

Wenn auch das Publicum im Grofsen und Ganzen so viel Gelegenheit hat, mit der Post zu verkehren, wie vielleicht mit keiner anderen öffentlichen Verkehrsanstalt, so dürften doch die Begriffe desselben über die eigentliche Art und die Bedeutung der Post kaum irgendwo unvollständiger sein. Der Laie denkt meist, dafs es nur darauf ankäme, einen Brief oder ein Packet annehmen, dieselben an den Bestimmungsort fahren zu lassen mit dem Postwagen, der Eisenbahn oder dem Dampfschiffe, und sie dort auszugeben, bezw. durch den Briefträger an den Adressaten abtragen zu lassen. Im Folgenden soll hauptsächlich dem Laien ein Einblick in das complicirte Getriebe der kunstvollen Maschine gewährt werden, wie sie einmal eine eigene Wissenschaft bedingt, aufserdem aber in die verschiedensten technischen, juridischen und Verwaltungsgebiete in weitem Umfange übergreift. In Bezug auf die Gliederung der Verwaltung selbst bildet das Kaiserl. General-Postamt als erste Abtheilung des Reichskanzleramts direct unter dem Herrn Reichskanzler die höchste Behörde. Unter derselben arbeiten 37 Ober-Postdirectionen und aufserdem das Ober-Postamt zu Lübeck als Bezirksverwaltungen gewissermaafsen den Regierungen der Preufs. Staatseintheilung ähnlich. Auch die Ober-Postdirectionen haben mit dem Publicum nur insoweit directe Beziehungen, als es sich um Beschwerden über Postämter oder Amtsvorsteher, Zahlungen aus der Ober-Postkasse, Verfolgung von Veruntreuungen etc. handelt. Den eigentlichen Postbetrieb nehmen erst die unter den genannten Behörden arbeitenden Orts-Postanstalten auf. Diese letzteren zerfallen nach der Gröfse in Postämter, Postverwaltungen, Postexpeditionen und endlich Postagenturen, welche letztere sich von den übrigen Anstalten dadurch unterscheiden, dafs sie in rechnungsmäfsiger Beziehung und in Betreff des Betriebsverbandes Filialen von den in der Nähe belegenen gröfsern Postanstalten bilden. Auch fungiren in ihnen für gewöhnlich keine Postfachbeamte. Aufser den genannten Anstalten sind noch zu erwähnen die Bahn-Postämter, welche den Postbetrieb in den Eisenbahnzügen wahrzunehmen haben, soweit derselbe nicht bezüglich kleinerer Routen Orts-Postanstalten zugewiesen ist. Schliefslich sind noch die Verkaufsstellen für Postwerthzeichen zu nennen.

An Postämtern giebt es im Deutschen Reiche excl. Bayern und Würtemberg 563, wovon 164 mit Telegraphenstationen bereits vereinigt sind. Die Postverwaltungen erreichen ungefähr dieselbe Anzahl, als die vorige Kategorie. Augenblicklich fungiren deren 588, wovon 400 bereits ebenfalls Telegraphenstationen enthalten.

Die kleineren Postexpeditionen sind bedeutend zahlreicher, es bestehen augenblicklich deren 2977, davon 538 Telegraphenstationen vereinigend. Postagenturen, welche erst seit dem Jahre 1871 eingeführt sind, haben sich bereits auf 2110 vermehrt. Von diesen letzteren sind nur 40 mit Telegraphenstationen verbunden.

Demnach giebt es in Summa 6283 eigentliche selbstständige Postanstalten und 1142 damit verbundene Telegraphenstationen, welche den Verkehr mit dem Publicum vermitteln.

Aufserdem existiren noch 109 Filial-Postanstalten, welche von gröfseren Aemtern abhängen, ferner 33 Bahn-Postämter, und endlich 4594 amtliche Verkaufsstellen für Postwerthzeichen.

Zur Wahrnehmung der Geschäfte in allen obengenannten Behörden und Anstalten sind einschliefslich derjenigen im Kaiserl. General-Post-Amt an Beamten im Verwaltungsdienste 1416, im technischen Postdienste bei den Local-Postanstalten, in den Eisenbahn-Postämtern 17119 und endlich 28855 Unterbeamte, im Ganzen 47390 Personen angestellt.

Zur Bewältigung des Postfuhrwerks dienen ferner 1511 Posthaltereien, worunter 15 reichseigene, in welchen 5396 Postillone beschäftigt werden. Das Fuhrmaterial besteht aus 4253 reichseigenen Postwagen, 5396 dergleichen im Privatbesitz der Posthalter, und im Ganzen 13643 Postpferden, worunter 706 reichseigene.

Eine Hauptaufgabe der Verwaltung ist bei so ausgedehnten Bedürfnissen natürlich die zweckmäfsige, räumliche Unterbringung des Betriebes, bezw. der betreffenden Beamten. Wenn es auch in dieser Beziehung als ideal erscheinen möchte, dafs alle Postlocale in eigenen, zum speciellen Zwecke errichteten, Gebäuden eingerichtet würden, so scheitert die Ausführung dieses Gedankens an den zu enormen Kosten, an den localen Verhältnissen der verschiedenen Ortschaften und endlich auch daran, dafs für die zahlreichen kleineren Anstalten zu wenig Räume für Postzwecke erforderlich sind, um den eigenen Erwerb eines ganzen Grundstücks zu rechtfertigen. Im Allgemeinen sind daher erst dann eigene Grundstücke von der Postverwaltung erworben worden, wenn die miethweise Unterbringung nicht möglich, bezw. unverhältnifsmäfsig theuer wurde. Vielfach sind auch Gebäude von Privaten speciell für Postzwecke gebaut worden, nachdem ein langjähriger Miethscontract auf Grund des vorgelegten und genehmigten Bauplans abgeschlossen war. Oftmals ist es dabei der Postverwaltung möglich gewesen, sich ein Kaufrecht für einen bestimmten Preis während der Dauer des Miethsverhältnisses zu bedingen. Augenblicklich besitzt die Verwaltung 264 eigene Postgrundstücke. In denselben befinden sich aufser dem Kaiserlichen General-Post-Amt, 34 Ober-Postdirectionen einschliefslich des Ober-Post-Amts in Lübeck, 187 Post-Aemter, 17 Postverwaltungen und 22 Expeditionen. Nur 3 Ober-Postdirectionen, und zwar diejenigen zu Cöslin, Gumbinnen und Strafsburg i/E. befinden sich in angemietheten Gebäuden.

In Bezug auf diejenigen Anstalten, welche nicht in eigenen Gebäuden untergebracht werden können, gilt als Grundsatz, dafs die Diensträume für die Ober-Postdirectionen, die Ober-Postkassen und die Postämter miethweise für unmittelbare Rechnung der Postkasse beschafft werden, während diejenigen für die Postverwaltungen und Postexpeditionen von den Vorstehern dieser Postanstalten gegen eine Pauschvergütung, diejenigen aber für Postagenturen von den Postagenten ohne besondere Entschädigung hergegeben werden müssen.

Ausnahmsweise findet die Anmiethung der erforderlichen Posträume auf Eisenbahnhöfen stets für unmittelbare Rechnung der Postkasse statt. Es finden sich dergleichen auf ca. 900 Bahnhöfen. Auch kann den Vorstehern von Postämtern die Hergabe der Diensträume gegen Pauschal-Miethe-

Digitized by Google

entschädigung übertragen werden, wenn sich dadurch Ersparnisse für die Postkasse erzielen lassen. Nur unter besondern Umständen und mit ausdrücklicher Genehmigung des Kaiserl. General-Post-Amts dürfen die Diensträume der Postverwaltungen und Expeditionen für unmittelbare Rechnung der Postkasse angemiethet werden.

Betriebsräume.

In Bezug auf Anzahl, Vertheilung, Lage und Einrichtung der Räume für den eigentlichen Postbetrieb und abgesehen von den zu allgemeinen Verwaltungszwecken bestimmten Räumen bei den Kaiserl. Ober-Postdirectionen und dem General-Postamt sind die im Folgenden angeführten Betriebsverhältnisse maafsgebend. Wir betrachten dabei zunächst die normalen Zustände an einem wichtigeren Verkehrsort, um daran die Veränderungen zu knüpfen, welche durch Auseinanderziehen für gröfsere, durch Zusammenlegen für kleinere Aemter nothwendig werden.

Die Betriebsgeschäfte gröfserer Postämter erstrecken sich in der Regel auf folgende Expeditionen:

1) Die Annahme-Expedition für gewöhnliche und einzuschreibende (recommandirte) Briefe, Postkarten, Drucksachen, Waarenproben und Mustersendungen, ferner der Postvorschufsbriefe, der Postmandate, der Geldbriefe und der Geld- und Werthpackete, sofern letztere nicht bei der Packetannahme einzuliefern sind. Falls keine besondere Postanweisungs-Einzahlungs- bezw. Auszahlungsstelle, wie bei vielen gröfsern Postanstalten schon eingeführt ist, werden die bezw. Geschäfte ebenfalls in der Annahme-Expedition versehen. Aufserdem fällt derselben noch zu das Ausleeren der Briefkasten im und am Postlocale, ferner der von den Stadtpostboten in das Büreau gebrachten Einsätze der Stadtbriefkasten älterer Einrichtung, sowie der Sammeltaschen neuerer Construction.

2) Die Abfertigungs-Expedition vermittelt die Absendung der von der Annahme-Expedition ad 1 angenommenen Gegenstände. Hierzu ist zunächst nöthig das Sortiren der aufgegebenen Gegenstände nach den Coursen, das Versehen derselben mit dem Aufgabestempel bezw. das Eintragen in die Karten oder in die Abgangszettel auf Eisenbahntransporten, demnächst die Verpackung der Briefe etc. in Bunde und der letztern in Briefbeutel, Uebergabe der letztern an die Postillone oder die Begleiter der Posttransporte nach den Bahnhöfen. Ferner empfängt die Abfertigungs-Expedition die am Ort eingegangenen, aber nicht nach demselben bestimmten, d. h. die transitirenden oder umzuspedirenden Briefe, Postanweisungen, Postpacket-Adressen u. dgl. zur Weitersendung, sowie von der Packetannahme die im Orte aufgegebenen Postpacket-Adressen zur Absendung, endlich die von der Ausgabe-Expedition nachzusendenden oder zurückzuspedirenden Briefe etc.

Der gröfste Theil der Sendungen geht der Abfertigungs-Expedition von der Annahme zu, diejenigen Orte ausgenommen, welche selbst nur geringe Bedeutung, dafür aber starken Transit-Verkehr haben, wie Kreuzungspunkte von Eisenbahnen, z. B. Corbetha, ferner kleine Orte an der Eisenbahn, von welchen sich Landpostcourse nach gröfseren Orten abzweigen.

Die durch die Abfertigungs-Expedition vorbereiteten, bezw. verpackten Sendungen werden demnächst durch die verschiedenen Transportmittel an den Ort ihrer Bestimmung gebracht und dort in der Dekartirungs-Expedition zur Ausgabe vorbereitet.

3) Die Dekartirungs-Expedition. In derselben werden die von den Postillonen oder den Begleitern der Bahnhofstransporte, d. h. die mit den gewöhnlichen Posten oder der Eisenbahn angekommenen Briefbeutel in Empfang genommen. Letztere sowie die darin befindlichen Bunde werden hier geöffnet und der Inhalt mit den eingegangenen Karten oder Eingangszetteln verglichen. Von hier aus gehen die transitirenden Sendungen an die Abfertigungs-Expedition, die nach dem betreffenden Orte oder dem Landbestellbezirke bestimmten Briefe etc. dagegen an die Brief-Ausgaben über. Diese letztern bilden in der Regel wiederum das überwiegende Hauptgeschäft. Ausgenommen sind auch hier nur die Postanstalten solcher Ortschaften, welche unbedeutenden Local-, aber starken Transitverkehr haben. In der Dekartirungs-Expedition werden ferner die Briefe etc. mit dem Ausgabestempel versehen.

4) Die Ausgabe-Expedition hat die Bestimmung, die eingegangenen Briefe für abholende Correspondenten, die Ablieferungsscheine etc. zur Abholung bereit zu stellen, bezw. nach den Buchstaben zu sortiren, und demnächst die Ausgabe zu besorgen. Ferner werden hier die übrigen zu bestellenden Sendungen für den Orts- und Landbezirk und die einzelnen Bestellungsreviere sortirt und demnächst den bestellenden Boten, nämlich den Orts- oder Landbriefträgern oder den Packetbestellern zur Abtragung übergeben. An manchen Orten sind hierzu besondere Briefträger-Abfertigungs-Expeditionen vorhanden, wie z. B. in Berlin, Bremen und an andern Orten. Nicht selten ist übrigens auch die Abfertigung der bestellenden Boten mit dem Dekartirungsgeschäft vereinigt.

5) Die Packkammer nebst Packet-Annahme- und Ausgabe-Expedition findet ihre Hauptaufgabe in der Annahme von Packeten vom Publicum, Sortiren derselben nach den Coursen etc., Uebergabe der abzusendenden Packete an die Postillone oder an die Begleiter der Bahnhofstransporte, das Verladen in die Postwagen unter genügender Controle. Ferner geschieht hier das Ausladen der angekommenen Packete aus den Postwagen, das Sortiren derselben, insbesondere die Trennung der für den Ort selbst, und der für den betreffenden Landbestellbezirk bestimmten von den weiterzuspedirenden Sendungen, ebenso die Uebergabe der zu bestellenden Packete an die Packetbesteller und die Aufbewahrung der übrigen bis zu deren Abholung seitens der Adressaten. An manchen Orten werden sämmtliche Packete bestellt, d. h. den Empfängern direct ins Haus gebracht, in welchem Falle die Packetausgabe im Postlocale natürlich wegfällt. Häufig wird obiger nothwendigen Trennung wegen eine besondere Local- sowie eine besondere Transit-Packkammer in den Plänen vorgesehen.

Mit der Packkammer-Expedition ist in der Regel an gröfseren Orten auch die Annahme der Meldungen zu gewöhnlichen Post- sowie zu Extrapost- oder Courier-Reisen, endlich auch die Annahme von Versendungen mittelst Estafetten verbunden.

6) Das Zeitungsgeschäft. Dasselbe nimmt nur an grofsen Orten eine eigene Expedition oder gröfsere Räume in Anspruch, und wird bei gewöhnlichen Aemtern meist von den Beamten der Briefausgabe-Expedition mit besorgt.

Hauptaufgaben des Zeitungsgeschäfts seitens der Post sind die Annahme der Abonnements vom Publicum, Bestellung der Zeitungen bei den Verlegern, Empfangnahme aus den Druckereien, soweit nicht eine unmittelbare Ablieferung an Eisenbahntransporte stattfindet, ferner die Verpackung der abzusendenden Zeitungen und Ueberweisung derselben an die Abfertigungs-Expedition, soweit erstere nicht seitens der Verleger stattfindet, endlich das Oeffnen der eingegangenen, von der Dekartirungs-Expedition überwiesenen Zeitungspackete, sowie die Ausgabe und Abtragung der Zeitungen. Von wesentlichster Bedeutung ist dabei, ob die Verpackung der Zeitungen von den Verlegern selbst besorgt oder von der Postverwaltung bewirkt werden muſs, wie z. B. in Berlin, wo das Kaiserliche Zeitungsamt allein 80 Beamte und 67 Unterbeamte beschäftigt, welche letzteren hauptsächlich mit der Verpackung der Zeitungen zu thun haben.

7) Das Briefträgerzimmer ist nach der Anzahl der Orts- und Land-Briefträger sowie der Packetbesteller zu bemessen. Es fällt nur in ganz kleinen Orten fort, wo die bestellenden Boten in der Dekartirung oder im Expeditionslocale abgefertigt werden.

Aufser den genannten gröfseren Expeditionen, welche hauptsächlich die directe Behandlung aller Sendungen Seitens der Postbeamten vermitteln, erfordert ein gröfseres Postamt noch folgende Räumlichkeiten:

8) Ein Arbeitszimmer für den Vorsteher des Postamts, oftmals mit einem Nebenzimmer für den Kassirer bezw. einen Assistenten des ersteren verbunden.

9) Eine Passagierstube. Eine solche ist nur da nöthig, wo Postcourse über Land noch im Betriebe sind, so dafs sich ihre Zahl mit der weiteren Entwickelung des Eisenbahnnetzes bereits erheblich vermindert hat.

10) Ein Wachtzimmer für einen Unterbeamten, welcher sich auch Nachts innerhalb des Postlocals befinden muſs. In kleinen Aemtern, bei welchen kein besonderer Raum hierfür erübrigt werden kann, wird allerdings häufig ein blofser Schlafschrank innerhalb einer der Expeditionsräume zu diesem Zwecke aufgestellt.

11) Ein Druckmaterialien-Zimmer für die zahlreichen Formulare, Tabellen, Karten etc. Auch hierfür werden bei beschränkten Localverhältnissen nur verschliefsbare Druckformular-Schränke an passenden Stellen der Expeditionszimmer aufgestellt.

12) Die Schalterräume für das Publicum. Die Gröfse und sonstige Einrichtung derselben ist erst in neuester Zeit in ihrer ganzen Wichtigkeit erkannt worden. In der That sind gerade in dieser Beziehung viele Klagen des Publicums und auch der betheiligten Beamten gerechtfertigt gewesen, wenn auch das nordische Klima schon früher als in Süddeutschland zur Anstellung von Versuchen zur Abhaltung des Zuges zwang. Es ist in der That schwer begreiflich, wie an süd- und mitteldeutschen Orten bis vor wenigen Jahren Postanstalten existiren konnten, bei welchen das Publicum in der freien Natur ohne Schutz selbst gegen Regen durch das vom Postbeamten zu öffnende Fenster abgefertigt wurde, ohne einen Petitionssturm oder einen öffentlichen Nothschrei zu veranlassen. Sehr vielfach findet man in älteren Anlagen die Abfertigungsstelle des Publicums in der Durchfahrt oder im Flur angelegt, zwischen einer Vorder- und Hinterthüre dem schneidenden Zugwinde ausgesetzt.

Die Anbringung von Doppelthüren, Windfängen u. dergl. ergab zwar eine Besserung, aber keine vollständige Abhilfe, namentlich mufste der Schalterbeamte stets Zugluft empfinden, wenn auch nur ein Unterschied in der Temperatur seines Arbeitszimmers und der Publicumshalle stattfand. Dieser Erfahrung gemäfs wurde durch Verfügung des Kaiserl. General-Post-Amts vom 27. November 1873 die Heizbarmachung und zugfreie Anlage der Schalterflure angeordnet. Danach soll der Eintritt in dieselben durch einen besonderen Vorflur vermittelt werden.

Aufserdem wird die Lage der Schalterhallen einen möglichst bequemen Zugang namentlich für den Packetverkehr gestatten müssen, und hierfür stets das Erdgeschofs zu wählen sein. Um auch viele Stufen zu vermeiden, wird der Fufsboden des letztern im Allgemeinen nicht höher als 1^{m} bis $1{,}_{50}^{m}$ angenommen werden können. Endlich wird für reichliche Beleuchtung der Schalterhallen zu sorgen sein entweder durch Seiten- oder Oberlicht. Am wenigsten empfiehlt sich die Anlage von Fenstern parallel mit den Schaltern, wobei das Licht den Postbeamten von vorn blendet, und das Publicum die Abfertigungsstelle beschattet.

Wenn es auch vorgezogen werden möchte, stets eine einheitliche Schalterhalle für alle Expeditionen anzulegen, um die Uebersicht und das Zurechtfinden für das Publicum möglichst zu erleichtern, so läfst sich dies doch in vielen Fällen der Oertlichkeit gemäfs nicht erreichen. Es wird dann zunächst ein besonderer Schalterraum für die Packetannahme und Ausgabe ins Auge zu fassen sein, während Trennungen der letzteren, sowie namentlich eine solche in Bezug auf die Brief-Annahme und Ausgabe, den Postanweisungsverkehr u. s. w. nur bei sehr ausgedehnten Postanstalten gerechtfertigt werden können.

13) Dienstwohnungen. In Beziehung auf die Herstellung von Beamten-Dienstwohnungen gilt für reichseigene sowohl als für angemiethete Räume der Grundsatz, dafs der Vorsteher jeder Post-Anstalt, wenn irgend möglich, im Gebäude selbst wohnen kann. Ebenso ist die Anlage wenigstens einer Unterbeamtenwohnung namentlich für reichseigene Gebäude schon zur Aufsicht über das Gebäude selbst beinahe unerläfslich. Nicht durchweg durchführbar, aber ebenfalls erwünscht sind Dienstwohnungen für die Herren Ober-Postdirectoren, wie sie bei neuzuerrichtenden Ober-Postdirectorial-Gebäuden auch stets in Aussicht genommen werden. —

Während bei der Vorführung der nachstehenden Beispiele manche durch Lage und Oertlichkeit, sowie durch specielle Verhältnisse bedingte Eigenthümlichkeiten zur Sprache kommen werden, sollen zunächst die Bedingungen der oben genannten Räume in ihrer Lage zu einander entwickelt werden. Aus dem in den Hauptzügen geschilderten Dienstbetriebe ergiebt sich die Nothwendigkeit der Aufeinanderfolge folgender Räume: Brief-Annahme, Abfertigung derselben, Dekartirung, Brief-Ausgabe. Bei kleineren Postanstalten legt man Abfertigung und Dekartirung auch häufig vereinigt in einen gröfsern Raum. Beide Expeditionen dürfen aber auch nicht zu fern der Packkammer liegen, wie ebenfalls aus obigen Bemerkungen über die Behandlung der Packetadressen u. s. w. hervorgeht. In grofsen Aemtern sind allerdings ganz gesonderte Fahrpost- bezw. Packkammer-Abfertigungs- und Dekartirungs-Expeditionen eingerichtet, so dafs eine voll-

Digitized by Google

kommene Trennung derselben von dem Briefverkehr stattfinden kann.

Neben der Dekartirung und möglichst in directer Verbindung mit derselben mufs das Briefträgerzimmer liegen, wenn nicht eine besondere Briefträgerabfertigungs-Expedition zwischen beiden angeordnet ist. Andererseits mufs dasselbe bequem zugänglich gemacht werden, nicht allein für die Boten selbst, sondern auch für das Publicum, welches einen derselben aufsuchen will.

Sind die Localitäten im Erdgeschosse beschränkt, so werden sie häufig nur zur Annahme und Ausgabe benutzt, dagegen Abfertigung, Dekartirung und Briefträgerzimmer in das erste Stockwerk gelegt, dann aber auch mit den bez. unteren Expeditionen durch eigene Wendeltreppen und Fahrstühle in bequeme Verbindung gesetzt.

Die Packet-Annahmen und Ausgaben, die Packkammern, die Zeitungsausgaben und Verpackungsräume müssen unter allen Umständen im Erdgeschosse liegen, da das Heben und Niedersenken derartiger grofser Lasten Zeitverlust und unverhältnifsmäfsige Kosten verursachen würde. Für zeitweise Anhäufung der zu befördernden Packete, wie zur Weihnachts- oder Messenzeit, sind bei Neubauten stets Reserve-Packkammern im Kellergeschosse, den ganzen Raum der oberen Packkammern einnehmend, angelegt worden.

Das Zimmer des Vorstehers mufs derart angeordnet werden, dafs sich derselbe vor allen Dingen möglichst nahe dem Betriebe befindet und den letztern innerhalb des Hauses, aber auch, wenn irgend möglich, aufserhalb auf dem Posthofe übersehen kann. Nur in den äufsersten Fällen erhält der Vorsteher der betr. Postanstalt ein Zimmer des obern Stockwerks. Andererseits mufs auch darauf gerücksichtigt werden, dafs das Publicum einen möglichst ungehinderten Zutritt zu demselben hat, dafs es namentlich keine grofsen Umwege zu machen oder gar mehrere Expeditionen zu durchschreiten hat, um zum Vorsteher zu gelangen.

Für die Lage der Passagierstube ist erwünscht, dafs der Reisende dieselbe, nachdem er sein Billet gelöst und das Reisegepäck abgegeben, leicht erreichen kann, ohne wieder über die Strafse zu gehen, ferner, dafs er den Posthof übersehen und den Schall des Posthorns vor der Abfahrt vernehmen kann, um nicht etwa zurückbleiben zu müssen. Bei nothwendigen Erweiterungen vorhandener Posträume wird gewöhnlich die ziemlich auf den Aussterbeetat gesetzte Passagierstube zum Opfer ausersehen und nach dem oberen Stockwerk oder auch in einen benachbarten Gasthof verlegt. Eine wirkliche Bewirthung bei ärarischen Postlocalen findet nur in den östlichen Provinzen, z. B. in Posen noch statt. Die Anzahl der Passagierstuben verringert sich namentlich durch die Neueröffnung von Eisenbahnlinien, wodurch die Postcourse wegfallen, immer mehr.

Die Bedingungen für die Lage der untergeordneten Räume, wie Wacht- und Druckmaterialien-Zimmer, ergeben sich von selbst aus der Bestimmung derselben.

Bautechnische Gesichtspunkte bei Anlage von Postgebäuden.

In Bezug auf die Bauausführung der neueren Postgebäude ist im Allgemeinen an den Gesichtspunkten festgehalten worden, welche für ärarische Bauten überhaupt im Allgemeinen maafsgebend sind oder wenigstens sein sollten. So ist in erster Linie stets für eine solide Fundamentirung sowie für eine vollständige Isolirung aller Räume gegen die Erdfeuchtigkeit, welche von unten her sowie seitwärts vermittelst der hygroskopischen Steine einsickern könnte, gesorgt. Zu diesem Zwecke sind horizontale Asphalt- und senkrechte Luftisolirungsschichten angenommen. Fufsböden im Kellergeschofs sind entweder massiv oder im Falle der Anwendung von Holz, wie bei Dienstwohnungen für Unterbeamte, vollständig von der Erdfeuchtigkeit getrennt construirt. Hierzu werden die Fufsbodenlager in gewöhnlicher Stärke auf einzelne mit Asphalt überdeckte Pfeiler aufgelegt, so dafs die Luft noch unter den Lagern circuliren kann. Letztere sind entweder direct fundamentirt oder besser durch je 2 flache Dachsteine auf durchgehender Ziegelpflasterung gebildet. Auf diese nach allen Seiten hin durch Luftschichten isolirten Lager wird der Fufsboden aufgenagelt, die Luftschicht unter demselben aber mit der Ofenfeuerung in Verbindung gebracht. Aufserdem wird durch eingebohrte Löcher in den Fufsleisten eine Zuströmung der Luft aus dem Kellerraum nach der untern Luftschicht vermittelt.

Das Kellergeschofs wird incl. der oft daselbst angelegten Reserve-Packkammer stets massiv überwölbt und zwar mit sogenannten preufsischen oder böhmischen Kappen zwischen Gurtbögen oder eisernen Trägern.

Beinahe ohne Ausnahme sind die neu errichteten Postgebäude in Bezug auf die Umfassungs- und diejenigen Mauern, welche Balken zu tragen haben, massiv angenommen. Die Haupt-Längsscheidemauern, welche die gröfste Balkenlast zu tragen haben, sind wegen der vielen Durchbrechungen durch Thüren, Röhren u. s. w. beinahe ohne Ausnahme 2 Stein stark ausgeführt worden. Dagegen sind die Querscheidemauern in der Erwägung meist nur $^1/_2$ Stein stark massiv mit durchgehenden Thürstiel-Gertüsten hergestellt, dafs bei dem häufig wechselnden Raumbedürfnifs, welches durch das schnelle Wachsthum der Postanstalten bedingt wird, eine Veränderung dieser Theilungsmauern hierdurch leichter zu bewerkstelligen ist.

Schwierigkeiten in den Constructionen ergiebt meistens die Aufgabe, über grofsen Diensträumen des Erdgeschosses kleinere Zimmer für die Dienstwohnungen im ersten oder zweiten Stockwerk zu gewinnen. Zu diesem Zwecke ist in neuerer Zeit umfassender Gebrauch von eisernen Stützen und Trägern gemacht worden.

Im Allgemeinen ist es ferner wünschenswerth erachtet, sowohl die Haupt- als auch die Nebentreppen feuersicher und von massiven Mauern umschlossen herzustellen. Die Art der Construction richtet sich nach den am Orte gebräuchlichen Materialien. Auch die Corridore sämmtlicher Etagen werden, wenn irgend angänglich, überwölbt, um so bei etwa entstehender Feuersgefahr überall die Möglichkeit der Rettung darzubieten.

Die Eindeckung des Daches geschieht am liebsten mit englischem Schiefer und nur wenn der gewählte Styl eine so steile Neigung durchaus nicht gestattet, mit Zink als Leistendach, da das Zink-Wellendach namentlich ohne vollständige Unterschaalung, welche das Tropfen unterhalb verhindert, sich durchaus nicht bewährt hat.

In Bezug auf die äufsere Ausstattung der Kaiserl. Postgebäude wird als allgemeiner Gesichtspunkt festgehalten, dafs alles Unsolide und aller unnütze Schmuck zu vermeiden sei.

dafs vielmehr ein derartiges ärarisches Gebäude dauerhaft und würdig erscheine. Deshalb ist der Putzbau bis auf unerhebliche, durch örtliche Verhältnisse gebotene Ausnahmen gänzlich ausgeschlossen. Die meisten gröfseren Postgebäude aus neuerer Zeit sind demgemäfs in Rohziegel- oder Terracotten-Bau oder wo die Bedeutung des Gebäudes, vielleicht auch die billige Beschaffung am Orte es rechtfertigte, in Sandstein ausgeführt bezw. entworfen. Natürlich ist die Vereinigung des Rohziegelbaues mit Sandstein dabei nicht ausgeschlossen.

Die Wahl des Styls ist in erster Linie dem zu verwendenden Materiale gemäfs erfolgt, aber auch häufig durch örtliche Rücksichten wesentlich beeinflufst worden. So ist für das neu zu errichtende Ober-Postdirectionsgebäude in Bremen nordische Hochrenaissance, für dasjenige in Danzig der Profanbaustyl des 14. Jahrhunderts gewählt worden, während sich das neue Postgebäude in Mainz dem Romanischen anschliefst. An Orten, in welchen kein historischer Boden zur Wahl eines bestimmten Styls zwang, ist für Rohziegelbau der moderne Rund- oder Flachbogenbau, wie er sich durch die Schinkel-Soller'sche Schule ausgebildet, für Sandsteinbauten der italienische, aber durch Studium der griechischen Antike in den Detailformen strenger gestaltete sogenannte Renaissancestyl angewendet worden.

Innere Ausstattung der Postlocale.

Die Fufsböden der Diensträume für die Beamten, sowie diejenigen der Wohnungen, meistens auch die Schalterflure für das Publicum werden der Wärme wegen in Holz construirt, dagegen Durchgangsflure, Corridore mit Sandstein oder Thonfliesen belegt. Durchfahrten erhalten zur Vermeidung störenden Geräusches meist Asphaltbelag. Für sehr in Anspruch genommene hölzerne Fufsböden ist häufig die Wiener Stabconstruction in Eichenholz in Anwendung gekommen. In Kiefernholz hat sich am meisten der sogenannte Riemen-Fufsboden aus gleichmäfsigen, höchstens 15 ^{cm} breiten gespundeten Brettern mit verdeckter Nagelung bewährt, da ein solcher beim Zusammentrocknen keine breiten Fugen bildet und wiederholt mit dem Hobel abgezogen werden kann, im Gegensatz zu dem gewöhnlich von oben genagelten Fufsboden.

Balkendecken werden mit Rohrputz bekleidet, meistens nur gemalt. Stuckgesimse und Verzierungen kommen hauptsächlich nur in Treppenhäusern, Publicumhallen u. dergl. vor. Die Wände werden in den ersten Jahren nur mit Leimfarben gestrichen, demnächst sowohl für Dienst- als auch Wohnungsräume tapeziert. Ohne Ausnahme kommen auch für dieselben Doppelfenster in Anwendung, so dafs nur Flure, Treppen, Küchen und sonstige Nebenräume einfache Fenster erhalten. Beinahe ohne Ausnahme sind für neue Postbauten in den Diensträumen, sowie in den hauptsächlichsten Zimmern der Dienstwohnungen Flügelthüren, nur in Wohnungen von Unterbeamten und für Nebenzwecke einflügelige Thüren vorgesehen. Vorschriftsmäfsig müssen die ganzen Postlocale diebessicher eingerichtet werden, was durch Eisenblechbekleidungen der Thüren und Fensterläden, besser aber durch eingelegtes Blech innerhalb doppelter Holzthüren, bezw. durch Gufsstahlblech-Rolljalousien erreicht wird. Sehr häufig müssen auch sogenannte Spielthüren, d. h. solche, welche nach beiden Seiten geöffnet werden können, und sich stets von selbst wieder schliefsen, angebracht werden. Die zum Beschlage derselben angewandten bisherigen Federvorrichtungen verschiedenartigster Construction haben sich als sehr kostspielig und fortwährender Reparatur bedürftig erwiesen. Es ist deshalb in letzter Zeit dafür eine neue Excentrikconstruction, welche durch ziemlich bedeutende Gewichte bei sehr geringer Hubhöhe betrieben wird, in Anwendung gebracht und bewährt befunden worden. Die betr. Construction ist vom Herrn Schlossermeister Noster hier, Wilhelmsstrafse 145, hergestellt.

Eine ganz besondere Aufmerksamkeit erfordert auch bei Posträumen die Heizung. Bei den gröfseren Neubauten wurde meistens auf Centralheizung Rücksicht genommen, und zwar ist für Dienst- und Wohnungsräume trotz der gröfseren Anlagekosten die Warmwasserheizung nach dem Niederdrucksystem, verbunden mit zuströmender frischer Luft, welche sich vor Eintritt in den zu heizenden Raum innerhalb der Heizkörper erwärmt, mit dem besten Erfolge angewandt worden. Für grofse Packkammern, in welchen von selbst starker Luftwechsel stattfindet, ist auch von der Hoch- bezw. Mitteldruck-Wasserheizung oder von Luftheizungsapparaten Gebrauch gemacht. Letztere sind beim neuen Postgebäude zu Mainz in gröfserer Ausdehnung für alle Diensträume zur Anwendung gekommen. Wo der Billigkeit wegen gewöhnliche Ofenheizung vorgesehen ist, wurden für Diensträume und Wohnzimmer Kachelöfen, zum Theil mit gufseisernen Regulireinsätzen, für Packkammern und untergeordnete Räumlichkeiten dagegen gufseiserne Regulirschüttöfen gewählt.

Für die Ventilation der betr. Räume ist bisher nur durch Aspirationsschachte, verbunden mit der Heizanlage für den Winter, jedoch mit besonderer Feuerung für den Sommer, gesorgt worden. Für Locale, welche eines ganz besonders schnellen Luftwechsels bedürfen, wie z. B. der nach Süden gelegene grofse Apparatensaal des General-Telegraphen-Gebäudes in der Französischen Strafse, ist eine durch Dampfbetrieb in Thätigkeit gesetzte Ventilation durch Aspiration mit Zuhilfenahme von Dampfheizung erst neuerdings im Werke.

Alle übrigen inneren Ausbauarbeiten unterscheiden sich nicht von den allgemeinen, bei soliden Gebäuden üblichen. Eine besondere Aufmerksamkeit verdienen nur noch die Schaltereinrichtungen. Man unterscheidet solche für Brief- und Geldverkehr einerseits und für den Packetverkehr andererseits. Bei letzterem mufs die Oeffnung des Schiebefensters weiter und niedriger angelegt werden, um grofse Gegenstände einliefern zu können, schwere aber nicht zu hoch heben zu müssen. Die Brüstung erhält hier nur $0{,}_{50}$ ^{m} Höhe, während diejenige des Briefschalters Tischhöhe haben mufs. Bei neueren Einrichtungen schieben sich sämmtliche Fenster nach oben, indem sie durch Gewichte, welche innerhalb der Bekleidungen oder der Fensterpfosten laufen, genau so balancirt sind, dafs sie in jeder Höhe stehen bleiben. Für den Fall, dafs einmal ein Gewicht abreifsen sollte, sind unten Klappen vor den Laufnuthen angebracht, um dasselbe herausnehmen und neu befestigen zu können.

Die Erfahrung hat gelehrt, dafs der fühlbare Zug auf dem Arbeitsplatze der Beamten am Schalter einzig und allein dadurch zu beseitigen ist, dafs die Temperaturen im Schalterflur und im Expeditionszimmer ausgeglichen werden. Deshalb ist, wie schon oben erwähnt, durch Verfügung des Kaiserl. General-Postamts vom 27. Novbr. 1873 bestimmt worden, dafs jede Schalterhalle heizbar und mit einem Vor-

Digitized by Google

flur, nicht einem blofsen Windfang eingerichtet werden soll. Hierbei könnte allerdings die ganze Schalterwand durch einen offenen Expeditionstisch ersetzt werden, wie es versuchsweise auch öfters, namentlich in aufserdeutschen Postanstalten, angelegt worden.

Die wirkliche Trennung durch eine Schalterglaswand erscheint jedoch zur Sicherung der Werthgegenstände, sowie zum Schutze des Beamten gegen Geräusch, laute Unterhaltung, üble Gerüche u. s. w., welche Unannehmlichkeiten im Raum für das Publicum nicht immer abzustellen sind, unerläfslich. Bei den eingeführten Musterschaltern ist noch ein Schieber, ähnlich den Ventilationsvorrichtungen bei Eisenbahnwagen, dicht über den Schiebefenstern vorgesehen, durch dessen Oeffnen eine bequemere Unterhaltung zwischen dem Beamten und dem Publicum bei geschlossenem Fenster ermöglicht wird.

(Schlufs folgt.)

Schwatlo.

Die Sturmfluth vom 12./13. November 1872 an den Ostseeküsten des Preufsischen Staates.

(Mit Zeichnungen auf Blatt P bis P im Text.)

Der Sturm vom 12. zum 13. November des Jahres 1872 hat in seinem Auftreten an den preufsischen Küstendistrikten der Ostsee eine so verheerende Wirkung geäufsert und die Erscheinung desselben ist in Vergleich mit allen aus früheren Zeiten bekannten eine so folgenschwere gewesen, dafs dieselbe gewifs dazu aufforderte, das ganze Phänomen in seinen Ursachen und seinem Verlaufe eingehend zu studiren, sowie in seinen Folgen auf die Stranddistrikte und die innerhalb derselben belegenen Bauten übersichtlich nachzuweisen.

Für diesen Zweck waren die Regierungen zu Danzig, Cöslin, Stettin, Stralsund und Schleswig, sowie die Landdrosteien zu Stade und Aurich aufgefordert, das dafür vorhandene Material zu sammeln, und die nachfolgende Erörterung der meteorologischen und hydrotechnischen Erscheinungen vereinigt diese gesammelten Materialien zu einem Gesammtbilde des ganzen Phänomens unter Benutzung noch anderweiter Hilfsquellen, welche aus vereinzelten Broschüren, aus zerstreuten Notizen resp. örtlichen Anschauungen gewonnen werden konnten.

Von dem Beobachtungsmaterial in meteorologischer Beziehung ist das Detail ausgeschlossen, sofern es die Erörterung verwickelt gemacht haben würde, und nur dasjenige verwerthet, welches die Erscheinung in möglichst einfacher Wiedergabe übersehen läfst. Dabei wurde die Darstellung auf graphischem Wege überall durchgeführt, um die Tabellen von Zahlen in schnellem Ueberblick leichter zum Verständnifs zu bringen.

I. Historisches.

Soweit geschichtliche Aufzeichnungen reichen, wird schon von ähnlichen Erscheinungen, wie die Sturmfluth vom 12./13. November 1872, berichtet; aber immer nur ist es der Historiker, nicht der Techniker, der in wenigen Worten der Nachwelt die nackte Thatsache überliefert.

Die älteste Sturmfluth, von der die Chronisten, auch nur nach mündlicher Ueberlieferung, berichten, ist zu Anfang des 14. Jahrhunderts gewesen; und zwar nach Berckmann und Kantzow zu Stralsund im Jahre 1304, nach einer anderen Stralsunder Chronik 1307, nach Micraelius 1309 und nach der Lübecker Chronik im Jahre 1320.

Von dieser Sturmfluth berichtet Berckmann in der Stralsunder Chronik:

„Im J. 1304 umme alles Gades billigen (am 1. November) weyede so ein groth stormwind, nicht gehört bi minschen thiden, Böme uth de erden, Dörpe, möhlen umme un mackede so groth water umme dit land, datt dat nye-Deep uthbrack; um da de von Cickeren plegen eren weiten tho seyen up den Ruden und tho gande von einem lande up dat andere, dat wafs water,"

oder:

Im Jahre 1304 um alles Gottes Heiligen wehte so ein grofser Sturmwind, nicht gehört bei Menschen Zeiten, Bäume aus der Erde, Dörfer, Mühlen um und machte so grofses Wasser um das Land, dafs das Neue Tief (Landtief südlich von Mönchgut) ausbrach, und dafs die von Zicker (Ort auf Mönchgut) die ihren Weizen auf dem Ruden zu säen pflegten (scheint der Schluís: „nicht mehr dahin gelangen konnten" zu fehlen) und das Ganze von einem Lande (Mönchgut) auf das andere (Ruden) das war Wasser.

Ueber dasselbe Ereignifs sagt Thomas von Kantzow:

Desselbigen jares ist ein sehr gewaltig stormwind gewest . . . Der hat das lant zu Rhügen vom Rhuden abgerissen, nachdem zuvor zwischen dem lant zu Rhügen und dem Rhuden umso ein geringer strom durchgangen, da ein man hat überspringen khönnen.

Die Entfernung des Ruden von Rügen beträgt heute eine deutsche Meile.

Erwägt man nun, dafs damals die Sturmfluth den Ruden von der Insel Rügen losgerissen haben soll, so dafs das „Neue Tief" entstanden ist, während bei der jüngsten Sturmfluth der ganze Ruden mit Ausschlufs einzelner Dünenpartien unter Wasser gesetzt ist, und überall ein grofser Theil des Strandes weggerissen wurde, so darf man schliefsen, dafs die Sturmfluth vom 12./13. November 1872 in ihrer Wirkung an Grofsartigkeit der Verheerungen den Hauptrang einnimmt.

Der erwähnten Sturmfluth im Anfange des 14. Jahrhunderts aus der Chronik zunächst bekannt geblieben ist die vom 10. Februar 1625. Von dieser ist durch Wasserstandsmarken am blauen Thurme in Lübeck und damit übereinstimmend am Amtshause in Travemünde ein Anhalt zur Beurtheilung der Fluth erhalten geblieben.

Nach diesen Marken hat das Wasser damals eine absolute Höhe von 23′ 9″ = $7{,}_{454}$ m, eine auf Ostseespiegel bezügliche von $2{,}_{804}$ m über Mittelwasser erreicht.

Vergleicht man mit dieser Höhe die der Fluth vom 12./13. November 1872, welche daselbst eine Höhe von $3{,}_{280}$ m über Mittelwasser erreichte, so ergiebt sich für die vom 10. Februar 1625 ein Weniger von $0{,}_{476}$ m; und doch

Digitized by Google

ist auch der durch diese Sturmfluth angerichtete Schaden sehr bedeutend gewesen, wie der Chronist Becker zu Lübeck und M. Johannem Stein, Prediger zu Rostock, erzählen.

Erwähnenswerth dürfte an dieser Stelle noch sein, dafs nach Stein „am 10. Februarii, auf den Nachmittag um 12 Uhren das Wasser nicht allein ganz plötzlich und unvermuthlich sehr hoch gewachsen, sondern auch dafs bald darauf sich ein erschröckliches und unerhörtes Ungestüm durch einen gewaltigen und starken Nordosten-Sturmwind erhoben und dermafsen mit unaufhörlichem Sausen und Brausen, so mit scharfem Schnee und Schlossenregen vermischt gewesen, angehalten und herein geschlagen, dafs dadurch nicht allein an der See und zu Warnemünde, sondern auch allhie zu Rostock trefflicher grofser Schaden geschehen," u. s. w.

Die letzte hier zu erwähnende Sturmfluth ist die vom 10./11. Januar des Jahres 1694. Auch von dieser ist am blauen Thurme in Lübeck eine Wasserstandsmarke geblieben, nach welcher diese Fluth die von 1625 noch um ein Geringes, und zwar um $0{,}_{019}$ m übersteigt. Demnach würde die hier in Rede stehende Fluth von 1694 in Betreff der Höhe der von 1872 — soweit die Wasserstandsmarken zeigen — sich anreihen.

Die nun in die spätere Zeit fallenden Sturmfluthen erreichen die beiden speciell erwähnten von 1625 und 1694 nicht entfernt (von der im September des Jahres 1784 stattgehabten Sturmfluth läfst sich nichts Genaues angeben, da keine Wasserstandsmarken von derselben auf unsere Zeit überkommen sind), wie die auf Blatt O der Zeichnungen befindliche graphische Darstellung von dem höchsten und niedrigsten Wasserstande der Travemündung, als eines für Sturmfluthen stark exponirten Punktes an der Ostseeküste in den späteren Jahren ersehen läfst.

Nicht unerwähnt mag hier die Thatsache bleiben, dafs in neuerer Zeit dergleichen Phänomene häufiger wiederkehrend, wenn in der Wirkung auch nicht so verheerend, vorgekommen sind.

II. Die meteorologischen Erscheinungen vor und während der Sturmfluthperiode.

A. Die absoluten Werthe des Luftdruckes und der Temperatur nebst der Windbewegung.

Um die Entstehung des NO.- resp. ONO.-Sturmes, welcher die Sturmfluth verursacht hat, so wie die Gründe der nur an einem Theile der Ostseeküsten bis zum Orkan gesteigerten Stärke desselben zu ermitteln, wird man sich ein Bild von der Beschaffenheit der Atmosphäre über dem in Frage stehenden Gebiete vor und während der Sturmfluth machen müssen.

Da aber bei derartigen Bewegungen der Atmosphäre zur Beurtheilung derselben das die preufsischen Küsten einschliefsende Beobachtungsgebiet viel zu wenig weitgreifend ist, da ferner von den aufserpreufsischen Stationen die Daten zur Beurtheilung der relativen Abweichung des Zustandes der Luft in Bezug auf Druck und Wärme von den Mittelwerthen fehlen, so ist versucht worden — bevor die Verhältnisse der meteorologischen Zustände an der Ostseeküste speciell beleuchtet werden — ein allgemeines Bild zu entwerfen, welches, gestützt auf die absoluten Beobachtungsresultate, wie solche im Staats-Anzeiger täglich veröffentlicht werden, die Zustände und Veränderungen der Atmosphäre kurz vor und während der Sturmfluth über Nord- und Mittel-Europa — von Haparanda bis Wien und von Paris bis Moskau — klar legt.

Das Beobachtungsmaterial des Luftdruckes vom 10., 11., 12. und 13. November Morgens ist hierbei zu graphischen Darstellungen zusammengestellt. Dieselben umfassen vier Tafeln des genannten Gebietes von Europa und zeigen in Linien die Lage gleichen Barometerstandes in Abständen von $2{,}_{0}$ zu $2{,}_{0}$ pariser Linien am Morgen jedes Beobachtungstages. Jene Linien werden unter der Benennung „Gleichdruckslinien" ferner bezeichnet werden.

Aus der Aenderung der Erscheinungen innerhalb der, 24 Stunden auseinander liegenden Beobachtungszeiten ist man im Stande, auch für die dazwischen liegende Zeit die Schwankungen in der Atmosphäre zu beurtheilen.

Diese Karten, Blatt F, sind im Maafsstabe 1 : 15000000 gezeichnet und weisen nur die natürliche Abgrenzung zwischen Land und Wasser von Nord- und Mittel-Europa nach. Ferner sind die qu. meteorologischen Stationen durch kleine Kreise angedeutet. Des kleinen Maafsstabes und Raumes wegen sind die Namen der einzelnen Stationen auf Karte, Blatt II, eingetragen.

Die in den oben erwähnten täglichen Witterungsbulletins veröffentlichten Barometerstände und die auf 0° Réaumur reducirten Ablesungen sind in Pariser Linien durch Zahlen, und zwar für die Barometerstände nur die Anzahl über 300 Linien, angegeben.

Da die Stationen selbst in verschiedenen Höhen in Bezug auf den Meeresspiegel liegen, so hätte auch noch eine Reduction des Luftdrucks auf die Höhe des Meeresspiegels vorgenommen werden müssen. Hiervon ist deshalb Abstand genommen, weil bei einem Unterschiede von 100 Fufs die Abweichung des Barometerstandes im Durchschnitt nur $1{,}_{033}$ pariser Linien beträgt, also weniger als die in $2\frac{1}{2}$ Pariser Linien weiten Abstände der Gleichdruckslinien von einander, weshalb die Charakteristik der Linien eine nicht zu sehr ins Gewicht fallende Aenderung erleiden kann. Ein anderer Grund war der, dafs nur von einem kleinen Theile der meteorologischen Stationen die Höhenlage bekannt ist. Nur in einem Berichte, und zwar in dem von G. v. Boguslawski — als Beilage zu dem Berichte der Regierung zu Stettin — ist in der Tabelle der Höhenunterschiede einzelner Beobachtungsorte gedacht worden.

Es wäre der Vollständigkeit halber wohl zu wünschen, dafs wenigstens im Jahre einmal die bezüglichen Angaben gemacht würden, und zwar im Zusammenhange mit dem täglichen Witterungsberichte.

Um auch den Zusammenhang des Windes mit der Vertheilung des Luftdrucks auf den graphischen Darstellungen übersehen zu können, und zwar die Richtung sowohl als auch die Intensität des Windes, ist die erstere durch kleine Pfeile, welche sich der Orientirung der Karten anpassen, letztere durch kleine Fähnchen angedeutet. In Bezug auf Intensität sind folgende Grade als Norm aufgestellt:

× windstill,
⟶ windig,
⟶ starker Wind,
⟶ stürmisch,
⟶ Sturm,
⟶ Orkan.

Da auch die Temperatur als Grundlage für sichere Schlüsse dient, so sind die beobachteten Thermometerstände nach Reaumur'scher Scala in absoluten Zahlen neben die betreffenden Stationen eingeschrieben worden. Demnach bedeutet für irgend eine Station $\overset{32,1}{\searrow}$ $-0,3$ Schnee: stürmisch, $332,1$ Pariser Linien, Barometerstand, $-0,3°$ Kälte mit Schnee.

Uebersieht man nun diese graphische Darstellung des Luftdrucks und der übrigen Erscheinungen vom Morgen des 10. November, so findet man, dafs über Mitteleuropa ein barometrisches Minimum, mit seiner grofsen Achse über Wien, in der Richtung von WSW. nach ONO., sich hinzieht. Dieses Minimum war das Fluthbett für den seit Anfang des Monats herrschenden Aequatorialstrom, wie die gemeldeten Wind- und Wärmebeobachtungen beweisen. Es ist dies die normale Lage für denselben, und eine Ursache mit für die Stärke des Kampfes, der sich zwischen dem Polar- und Aequatorialstrom entspann und, wie bekannt, sich immer wiederholt.

Dafs dieser Kampf schon am 10. in Beginn seiner Entwickelung stattgefunden hat, zeigt ein Blick auf die betreffende graphische Darstellung, Blatt F.

In Haparanda wehte am Morgen des 10. ein mäfsiger Wind direct von Norden; in Memel, Petersburg und Moskau ein mäfsiger Wind direct von Süden. In Helsingfors war Windstille und in Stockholm und Hernösand wehte reiner Ostwind.

Hieraus geht hervor, dafs zwischen Haparanda und Hernösand die beiden Ströme sich direct gegenüberstanden und das Gleichgewicht hielten, dafs ferner in Hernösand und Stockholm ein Abfliefsen der angestauten Luft nach Westen hin stattfand und dafs endlich in Petersburg und weiter nach Osten von der Einwirkung des Polarstromes noch keine Spur zu erkennen war.

Nimmt man die gemachten Wärmebeobachtungen hinzu, wonach in Haparanda das Thermometer $-3,8°$, in Hernösand $-2,9°$, dagegen in Stockholm $+0,3$, in Helsingfors $+2,0$, in Petersburg $+0,7$ und in Moskau $+3,1°$ zeigte, so findet man — von den verhältnifsmäfsig nur geringen Einwirkungen der örtlichen Lage der Stationen abgesehen — nicht allein die Bestätigung des Vorhergesagten, sondern man ist im Stande, wenn man nun noch die „Allgemeine Himmelsansicht" in Betracht zieht, wonach aus Haparanda „bedeckt", aus Hernösand „heiter", aus Stockholm „Nebel", aus Helsingfors „heiter", aus Petersburg „bewölkt" gemeldet ist, die Grenze zwischen Polar- und Aequatorialstrom, d. h. die Zone, in welcher sich die Luftmassen der beiden Ströme vermischen und sich gewöhnlich als Nebel kennzeichnen, annähernd festzustellen.

Deshalb kann man wohl schliefsen, dafs in Hernösand nur die Luft des Polarstromes, in Stockholm aber dieselbe mit warmer, leichter Luft des Aequatorialstromes vermischt, nach Westen hin in das oceanische Becken abfliefsen mufste.

Die in Helsingfors um $+1,5°$ höhere Temperatur als in Petersburg, mit dem es fast in gleicher Höhe liegt, ist wohl aus der hier stillstehenden Luft des Aequatorialstromes zu erklären.

Geht man nun behufs Feststellung der Grenzlinie zwischen Aequatorial- und Polarstrom weiter nach Süden, dann findet man von Cöslin bis Memel die Richtung des Windes als Aequatorialstrom markirt, und bezüglich der Differenz der Temperatur und der „Allgemeinen Himmelsansicht" aus Danzig bei nur $+1,3°$ Reaumur „Nebel", aus Cöslin bei $+2,0$ ebenfalls „Nebel", aus Königsberg und Memel dagegen bei $+3,2$ resp. $4,4°$ nur „trübe" gemeldet; d. h. also, in Danzig und Cöslin war der warmen feuchten Luft des Aequatorialstromes schon die kalte trockene des Polarstromes beigemischt.

Aus dem Vorstehenden erhellt, dafs in der Höhe von Danzig der Polarstrom schon am 10. Morgens keilförmig in den Aequatorialstrom eingedrungen war. Dem entsprechend ist die Fortsetzung der besprochenen Grenze in die graphische Darstellung als gerissene Linie eingezeichnet worden; ebenso ist nach diesem Principe die Fortsetzung dieser Linie von Cöslin nach Westen weiter bestimmt.

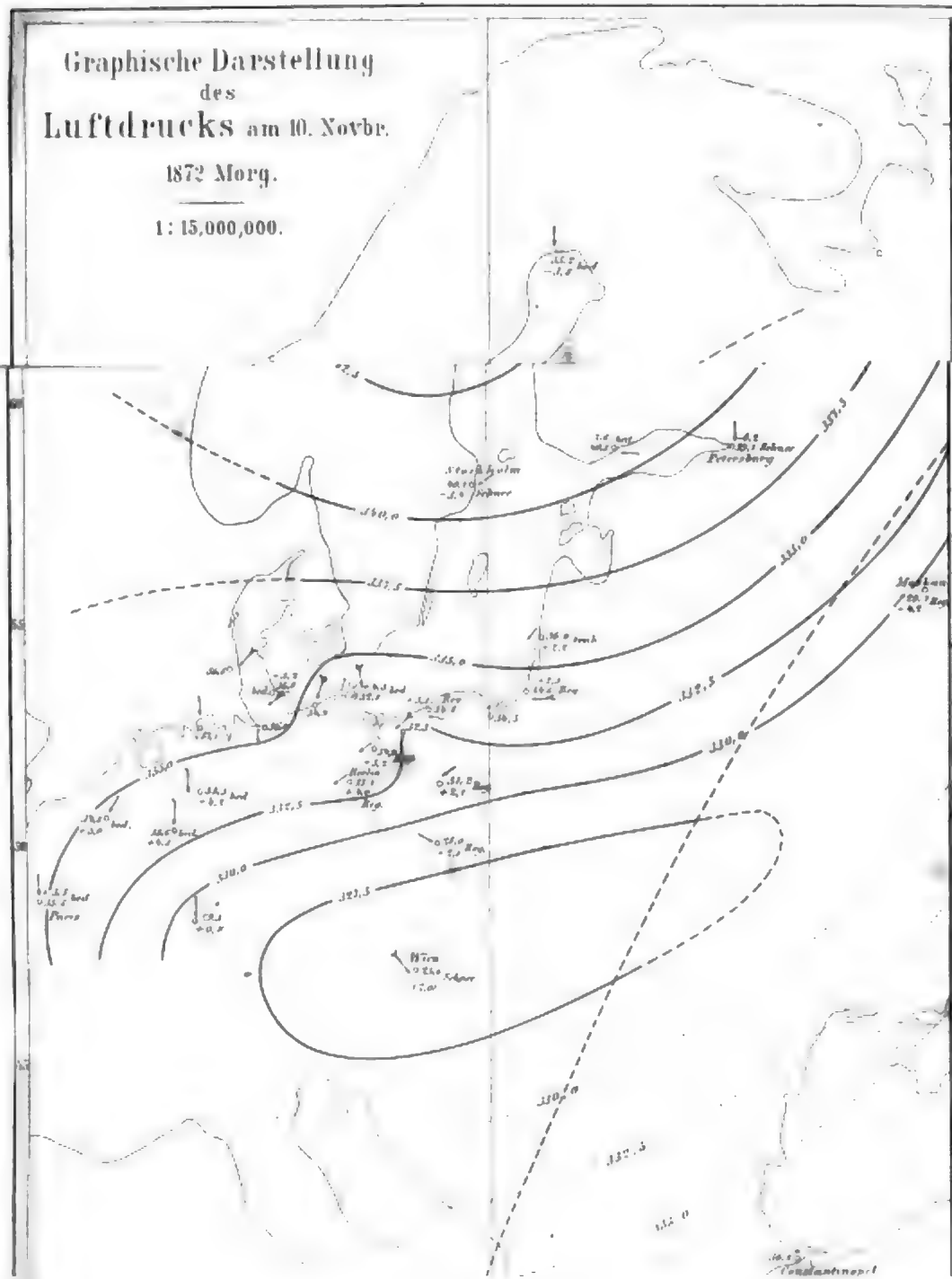
Vergleicht man in beiden Gebieten der Luftströme den durch die Gleichdrucklinien dargestellten Luftdruck in Stockholm mit dem Maximum von $333,9'''$ in Cöslin, unmittelbar in der Nähe oder auf der oben besprochenen Grenze der beiden Luftstromgebiete $333,7'''$, so ergiebt sich, dafs im Gebiete des Polarstromes eine Differenz von $0,2'''$ auf eine Entfernung von 80 Meilen oder $0,25'''$ auf 100 Meilen betrug, während für das Gebiet des Aequatorialstromes mit dem Minimum in Wien von $327,0'''$ — zwischen Wien und Cöslin eine Differenz von $6,7'''$ auf eine Entfernung von 90 Meilen oder $7,4'''$ auf 100 Meilen besteht.

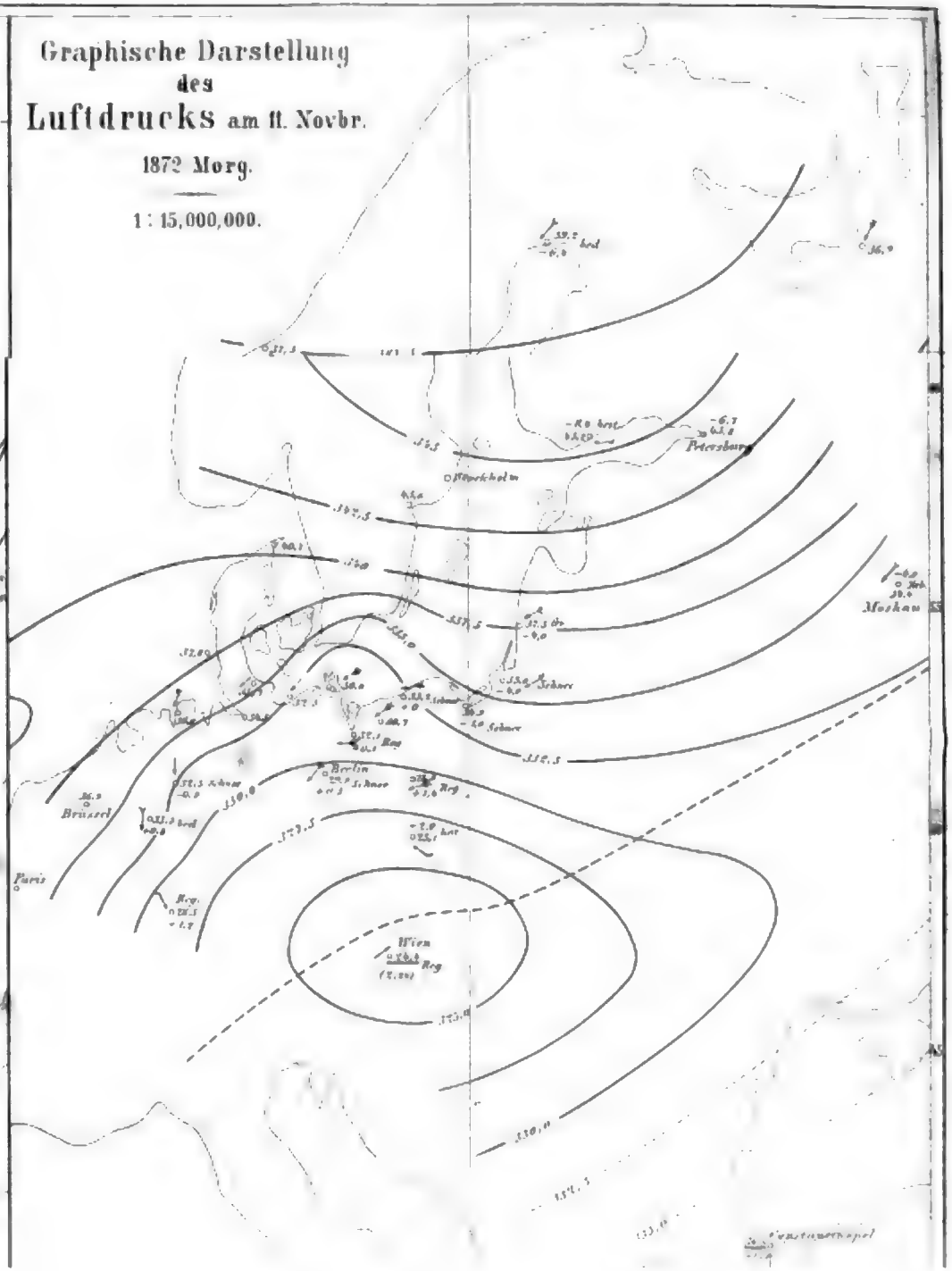
Man sieht daraus, dafs der Druck der im Norden angestauten kalten Luft in sich fast im Gleichgewicht war, im Gegensatz zu der in schnell abfallendem Druck dahinstreichenden warmen Luft des Aequatorialstromes. Erwägt man dieses für den letzteren so ungünstige Factum bei äufserst niedrigem Luftdrucke, in Verbindung mit dem aus der Grenzlinie der beiden Luftströmungen ersichtlichen theilweisen Einbruch des Polarstromes in den Aequatorialstrom, so ist daraus der Ausgang des schon spielenden Kampfes im Allgemeinen vorauszusehen.

Vergleicht man jetzt die graphische Darstellung des Luftdruckes vom 10. mit der vom 11. Morgens, so tritt eine bedeutende Veränderung desselben, namentlich im Gebiete des Polarstromes, hervor. Dieser selbst hat in den verflossenen 24 Stunden bedeutend an Terrain gewonnen, wie die, in der graphischen Darstellung vom 11. markirte, nach gleichem Princip wie vorher festgestellte gerissen eingetragene Grenzlinie zwischen Polar- und Aequatorialstrom zeigt.

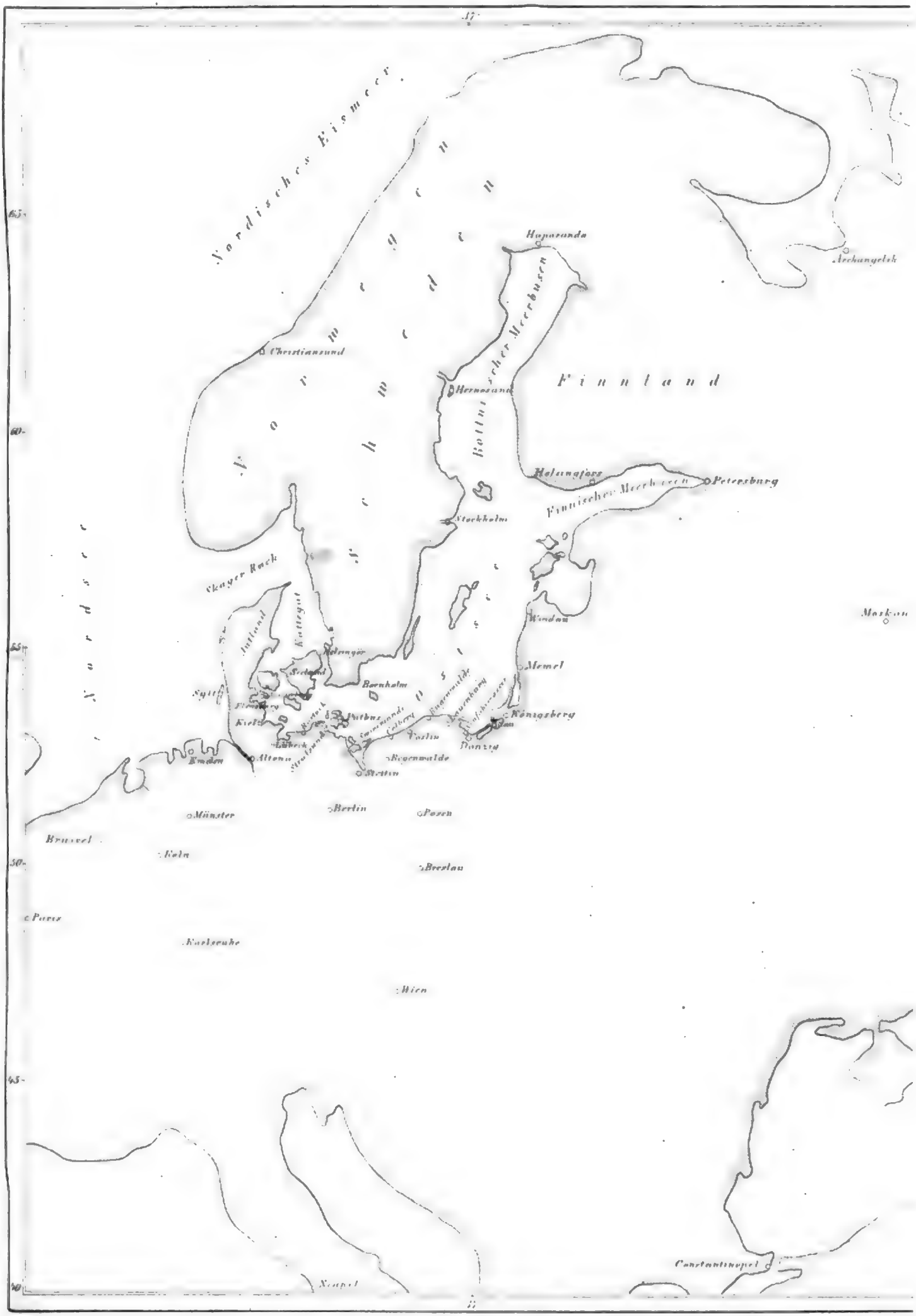
Bei diesem Vorrücken des Polarstromes ist namentlich da, wo der theilweise Einbruch vor sich gegangen war und wo auch an diesem Tage ein weiteres Vordringen in der gerissen markirten Grenzlinie ersichtlich ist, der Luftdruck geringer geworden, denn die Gleichdruckslinie von $332,5'''$ Barometerstand ist um ein Bedeutendes vom Minimum des Luftdrucks nach Norden über Riga hinaus vorgeschoben. Sowohl dieses Factum, als auch eine absolute Verminderung des Minimums bei Wien um $1,9'''$ ist wohl ein Beweis, dafs der Polarstrom auf der vorhin erwähnten Linie den Aequatorialstrom in die Höhe hob, so dafs letzterer über ersteren hinwegging, während die kalte Luft in den unteren Schichten vordrang. Wenn hierbei die arithmetische Summe des Luftdruckes aus dem unteren kalten Strome und dem oben fliefsenden warmen Strome eine Verminderung erlitten hat, obgleich kalte schwere Luft in diese Gebiete eingedrungen

Digitized by Google


Graphische Darstellung
des
Luftdrucks am 10. Novbr.
1872 Morg.
1 : 15,000,000.


Graphische Darstellung
des
Luftdrucks am 11. Novbr.
1872 Morg.
1 : 15,000,000.

Digitized by Google



Verlag v. Ernst & Korn in Berlin

Digitized by Google

ist, so ist daraus nur zu schliefsen, dafs der obere wärmere Strom mit gröfserer Gewalt sich bewegt hat und dafs die daraus entspringende Ermäfsigung des Luftdruckes noch nicht durch die schwereren Schichten der unteren kalten Luft ausgeglichen worden ist. Diese Erscheinung ist aber um so charakteristischer, als sie, entgegen den gleichzeitigen normalen Bewegungen des Thermometers und Barometers, hier mit fallendem Thermometer auch ein gleichzeitiges Fallen des Barometers markirt und damit einen Schlufs auf die eminente Kraft des Aequatorialstromes in den oberen Schichten gestattet.

Dagegen findet man, dafs der Luftdruck in südwestlicher Richtung von der Insel Rügen sich nur unbedeutend, z. B. für die Gleichdruckslinie $332_{,5}$ keine Verlegung hervorrufend, verändert hat, während zwischen Moskau und Petersburg dieselbe Linie vom Maximum Haparanda aus nach Südost vorgeschoben ist; ein Beweis, dafs der Aequatorialstrom bei Moskau Widerstand leistete — wenn auch relativ, und dadurch der Luftdruck erhöht wurde.

Vergleicht man auch hier die Differenzen des Luftdrucks in beiden Gebieten gegen einander, so ergiebt sich zwischen Haparanda und Danzig — auf eine Entfernung von ppr. 185 Meilen — eine Differenz von $8_{,5}'''$ oder $4_{,6}'''$ auf 100 Meilen, zwischen Danzig und Wien auf eine Entfernung von 95 Meilen eine Differenz von $5_{,6}'''$ oder $5_{,9}'''$ auf 100 Meilen.

Stellt man die Differenzen des Luftdrucks vom vorigen Tage $0_{,25}'''$ und $7_{,4}'''$ denen von diesem Tage $4_{,6}'''$ und $5_{,9}'''$ gegenüber, und zieht in Betracht, dafs der am 10. Morgens von Stockholm nach Norden hinauf abnehmende Luftdruck in diesen 24 Stunden noch bei Vermehrung des Druckes in Stockholm selbst um $1_{,2}'''$ nach Norden hin mit einer Differenz von $4_{,1}'''$ auf 125 Meilen zunahm, so findet man bestätigt, dafs die noch 24 Stunden zuvor fast im Gleichgewicht stehende Luft des Polarstromgebietes mit rapid anwachsendem Drucke von Norden nach Süden vorrückte. Hierbei drängte er in seiner ganzen Front den Aequatorialstrom zurück, hob sogar in der oben besprochenen Ausdehnung den Aequatorialstrom empor, und rückte so keilförmig in den letzteren unten ein.

Mit diesen Erscheinungen des 11. November wäre jedenfalls für einen aufmerksamen Beobachter der Eintritt eines stärkeren Stromes vorauszusehen gewesen, da der Kampf bereits in so ausgeprägten Symptomen vorlag.

War schon der Fortschritt der Wirkungen des Polarstromes vom Morgen des 10. bis zum Morgen des 11. November ein bedeutender, so zeigt die graphische Darstellung des Luftdrucks vom Morgen des 12. für das in Frage stehende Gebiet den vollständigen Einbruch des Polarstromes. Eine Station im Norden, und zwar Moskau, giebt uns noch Kunde von dem Vorhandensein des herabkommenden Aequatorialstromes, und zwar durch die Richtung des Windes und durch die Temperatur.

Während in Petersburg die Temperatur bei Nordwind $-6_{,2}°$ betrug, betrug dieselbe in Moskau $+4_{,2}°$ bei SW.-Wind; es ergiebt sich zwischen beiden Orten die colossale Differenz von $10_{,4}°$R. Nimmt man den von Moskau gemeldeten Regen hinzu, so kann die Berührung des Aequatorial- und Polarstromes nicht viel nordwestlich von Moskau eingezeichnet werden.

Um annähernd die ganze Berührungslinie festzustellen, bleiben noch die Beobachtungen von Wien. Da hier die Wirkungen des Polarstromes — Nordwest-Wind mit Schnee und nur eine Tages-Mittel-Temperatur von 2° R. — als feststehend anzusehen sind, so ist die Grenze zwischen den beiden Luftströmungen östlich von Wien und westlich von Moskau gehend annähernd in die betreffende Karte vom 12. November gerissen eingezeichnet worden.

Fafst man auch hier die Veränderung des Luftdrucks in den letzten 24 Stunden, oder was dasselbe sagt, die Verschiebung der Gleichdruckslinien näher ins Auge, so zeigt sich, dafs sämmtliche Stationen, welche am Morgen des 12. im Bereiche des Polarstromes lagen, einen erhöhten Luftdruck nachweisen, resp. die Gleichdruckslinien von Norden nach Süden heruntergeschoben sind; und zwar beträgt seit dem Morgen des 11. die Zunahme des Druckes in Haparanda $4_{,2}'''$ und in Wien $0_{,5}'''$. Diese allgemeine Zunahme des Luftdrucks im ganzen Polarstromgebiete ist nicht allein das Product des noch immer wachsenden Druckes im Norden, sondern auch des, wenn auch nur relativen Widerstandes des Aequatorialstromes. Stellt man den Unterschied des Luftdruckes am Morgen des 12. im ganzen Polarstrom-Gebiete fest, so ergiebt sich zwischen Haparanda und Wien, zwischen Maximum und Minimum, auf eine Entfernung von 275 Meilen, eine Differenz von $17_{,8}'''$ oder von $6_{,5}'''$ auf 100 Meilen.

Die Veränderung des Luftdrucks im Aequatorialgebiet dagegen ergiebt eine Verminderung desselben und zwar in Moskau um $1_{,3}'''$. Diese Verminderung des Luftdrucks, vereinigt mit der Windrichtung — SW. in Moskau — bestätigt nicht allein den Aequatorialstrom in Moskau, sondern zeigt auch, dafs der Polarstrom — zwischen Petersburg und Moskau — neben dem Aequatorialstrom ungefähr parallel mit letzterem sich bewegt, also der normale Angriff nachläfst und die durch solche erwachsende Steigerung des Luftdrucks aufhört.

Die am Morgen des 12. schon von mehreren Stationen, namentlich der Ostsee, gemachten Meldungen über die zunehmende Intensität des als starker und stürmischer NNO. und O. auftretenden Polarstromes lassen jetzt kaum Zweifel über die daraus entstehenden Consequenzen. Die Direction des Polarstromes war mehr und mehr in die Richtung von NO. nach SW. geleitet und sein Weg damit nach dem westlichen Becken der Ostsee angezeigt.

Am Morgen des 13., als an der Preufsischen Küste der als ONO. wüthende Sturm seinen Höhepunkt erreicht hatte, waren die Verhältnisse des Luftdruckes inzwischen ganz andere geworden. Leider kann für die Zwischenzeit von den vom Morgen des 12. bis zum Morgen des 13. reichenden Vorgängen im Luftraume wegen Mangels an Beobachtungen von den meteorologischen Stationen keine graphische Darstellung gegeben werden.

Was vor Allem auf der Karte vom 13. November in Betreff des Luftdrucks auffällt, ist die Veränderung der Grenze zwischen Polar- und Aequatorialstrom, und zwar zu Gunsten des letzteren. Diese Grenzlinie hat eine Schwenkung aus der Richtung SSW./NNO. nach SW./NO. und zwar so gemacht, dafs Wien wieder ins Bereich des Aequatorialstromes, dagegen Moskau jetzt ins Bereich des Polarstromes getreten ist.

Digitized by Google

In Wien finden wir Regen bei einer um $0{,}_{24}°$ gesteigerten Tagesmittel-Temperatur bei SW.-Wind, in Moskau dagegen Nebel bei einer Temperatur von $-6{,}_{0}°$ und starkem NO.-Winde. Beider Bahnen haben ihre naturgemäfse Richtung angenommen, und zwar hat der Polarstrom durch die Ablenkung des Aequatorialstromes am 12. November auf der Höhe von Moskau seine Parallelität zu letzterem vorbereitet, seine normale Angriffsfront verloren und seine ganze Direction mehr nach Westen genommen. In Folge dessen wurde auch der südliche, auf der Höhe von Wien wehende Aequatorialstrom mehr und mehr von dem hier stattfindenden Angriff des Polarstromes entlastet. Bei der Intensität des Aequatorialstromes war die Rückkehr desselben in seine naturgemäfse Richtung von SW. nach NO. durch die Ablenkung des Polarstromes erleichtert, nur während im Anfang des November der Aequatorialstrom das Ostseegebiet beherrschte, ist er in seiner ganzen Bahn nach Süden zurückgedrängt und die Ostsee mit dem nördlichen Theile Deutschlands ist als Fluthbett vom Polarstrom eingenommen. Die Tage vom 10. bis 13. November bilden die Uebergangsperiode von der ersten Situation in die zweite.

Vergleicht man nun die Verhältnisse des Luftdrucks am 13. Morgens mit denen am 12. Morgens, so findet man, dafs die Steigerung des Druckes im Maximum bei Hernösand um $3{,}_{1}'''$ erfolgt ist, von da in südöstlicher Richtung, entsprechend der Veränderung des Gebietes des Polarstromes, liegt eine stetige Vermehrung des Luftdruckes bis über Moskau hinaus — in Moskau selbst um $4{,}_{7}'''$. In südwestlicher Richtung von Hernösand auf Rügen zu ist die Drucksteigerung nur bis zur Gleichdrucklinie $335{,}_{0}'''$ eingetreten, von da bis zum Minimum bei Wien aber markirt sich eine bedeutende Verringerung des Luftdruckes, besonders in der Gleichdrucklinie $332{,}_{5}'''$. Die Differenzen betragen danach am 13. November Morgens in der Profillinie Hernösand-Putbus $16{,}_{8}'''$ auf 130 Meilen oder $12{,}_{9}'''$ auf 100 Meilen, gegen $8{,}_{4}'''$ auf 100 Meilen am 12. November Morgens.

In der Profillinie Putbus-Wien bestehen am 13. November Morgens $6{,}_{2}'''$ auf 95 Meilen oder $6{,}_{5}'''$ auf 100 Meilen gegen $7{,}_{2}'''$ auf 100 Meilen am 12. Morgens. Diese colossalen Differenzen mufsten Erscheinungen so eminenter verhängnifsvoller Kraftäufserung, wie vom 12. zum 13. November Nachts, im Gefolge haben, denn während danach am 12. Morgens der Druck zwischen Hernösand und Wien ziemlich gleichmäfsig abnahm, war bis zum 13. Morgens im nördlichen Gebiet der Druck gewaltig gestiegen, was einestheils die von Norden her nachrückende kalte Luft erzeugen mochte, während gleichzeitig der Aequatorialstrom seine alte Richtung wieder einnahm, und damit nördlich von Wien das Profil des Polarstromes wieder beschränkte.

Gerade diese letztere Schwenkung des Aequatorialstromes in seiner naturgemäfsen Richtung zeigt, dafs der anfänglich normale Angriff des Polarstromes abgeschlagen war, welcher zu einer völligen Durchbrechung des Ersteren führen konnte und dann an den Küsten einen starken NW.- und N.-Sturm im Gefolge gehabt haben würde. Diese Durchbrechung war an dem kräftigen Widerstande des Aequatorialstromes gescheitert, es war eine seitliche, mehr nach NO. gerichtete Luftbewegung im Norden eingeleitet worden, welche dem Aequatorialstrom wieder Kraft gab, in seine naturgemäfse Richtung aus SW. zurückzugehen, allerdings unter gleichzeitiger Beschränkung des Fluthprofiles des Polarstromes auf der Höhe von Rügen, in Folge dessen hier die Luft mehr nach ONO. gedrängt, eine grofse Geschwindigkeit annehmen mufste und in den gefahrbringenden Orkan überging.

In den nachfolgenden vier Skizzen wird die Lage der Luftbewegungen an den 4 Kampftagen einen ungefähren Ueberblick geben, wie die Wandelungen vor sich gegangen sind:

Am 10. Morgens. Am 11. Morgens. Am 12. Morg. Am 13. Morg.

War durch die Veränderung in der Richtung des Aequatorialstromes vom 12. zum 13. November bereits die grofse Geschwindigkeit der Luft über dem westlichen Becken der Ostsee bedingt, so scheint hierzu noch eine besondere, man möchte sagen locale Erscheinung mitgewirkt zu haben.

In den chartographischen Darstellungen des Luftdrucks, Blatt F, zeigt sich ein über Putbus, Regenwalde, Rostock und Stettin liegendes relatives partielles Minimum mit nebenliegendem Maximum, und zwar erstreckt sich das Minimum in der Richtung Putbus-Regenwalde, das Maximum in der Richtung Rostock-Stettin, oder in der Richtung von NW. nach SO.

Auf den beiden graphischen Darstellungen vom 10. und 11. übertrifft das Maximum die nach Norden zu liegende Gleichdrucklinie und erreicht das Minimum die nächste nach Süden zu liegende Gleichdrucklinie nicht.

Dafs dieses Minimum im Stande war, auf die Richtung der darüber sich bewegenden Luftmassen einzuwirken, zeigen die vier graphischen Darstellungen des Luftdrucks. Man sieht am 10. Morgens die Windrichtungen westlich und südlich von diesem Minimum als südwestliche, dagegen in Regenwalde und Stettin SO.- resp. OSO.-Wind, d. h. der südöstlich vom Minimum streichende Aequatorialstrom wurde genöthigt, eine Wendung von 90° zu machen und der Richtung des Minimums zu folgen; in Folge des Bestrebens der Luft, ins Gleichgewicht zurückzukehren. Da aber auch unaufhörlich aus südwestlicher Richtung die Luft auf das Minimum zufloís, dieses aber einen eigenen Luftstrom von SO. nach NW. veranlafst hatte, und für sich betrachtet dem von SW. wehenden Luftstrom indirect Widerstand leistete, resp. ihn anstaute, da sie sich unter 90° trafen, so erklärt sich das unmittelbar südwestlich vom Minimum gelegene relative Maximum.

Dieselben Verhältnisse an derselben Stelle machen sich an den übrigen drei Tagen, wenn auch am 12. und 13. wenig ausgeprägt, bemerkbar.

Die Ursachen dieser eigenthümlichen Luftdrucksverhältnisse sind nicht erkennbar.

Am 10. Morgens, als das in Rede stehende Gebiet — mit dem relativen Minimum — innerhalb des Aequatorial-

Digitized by Google

stromes lag, hat der Polarstrom, in die unteren Schichten eindringend, den Aequatorialstrom mit seiner leichten Luft in die Höhe gehoben, und daher auf der fraglichen Stelle ein Abfliefsen der Luft nach oben stattgefunden. Da aber, wie schon vorher bemerkt, noch am Morgen des 13. die Charakteristik des Minimums und des Maximums — in relativer Bedeutung — nachdem schon seit zwei Tagen die kalte schwere Luft des Polarstromes darüber hinweggegangen war und ein so unbedeutender Raum der Luft sehr bald ausgeglichen, resp. dieses relative Minimum sich in seiner Lage geändert hätte, so wird man sich mit dem Factum des Vorhandenseins dieses verhältnifsmäfsig geringen Luftdrucks in der Richtung Putbus-Regenwalde befriedigen müssen.

Nichts desto weniger mufs aber hervorgehoben werden, dafs dieses locale Minimum jedenfalls Veranlassung geben mufste, der schweren kalten, von ONO. andringenden Polarluft eine gröfsere Geschwindigkeit zu verleihen, und dafs es gewifs als eine damit im Zusammenhang stehende Erscheinung anzusehen ist, wenn die Entwickelung des Orkanes, welcher von den Lootsenstationen gemeldet ist, auf der Höhe von Colberg seinen Anfang nahm und sich bis gegen Kiel hin ausdehnte.

B. Die relativen Werthe des Luftdruckes und Temperatur nebst der Windbewegung.

Umfafste die vorstehende Erörterung das Gebiet von Mittel- und Nord-Europa, so ist das von den Regierungen eingereichte meteorologische Beobachtungs-Material von Stationen in der Nähe der preufsischen Ostsee- und Nordsee-Küsten der Vollständigkeit halber zu einem Gesammtbilde vereinigt, um den Zustand und die Veränderungen der Atmosphäre, speciell an den Küsten, an welchen die Sturmfluth zur Wirkung kam, während derselben wiederzugeben.

In jener Discussion war das absolute Beobachtungs-Material von den 4 Sturmtagen besprochen worden, während nachfolgend das relative Beobachtungs-Material, bezogen auf die mittleren Barometer- und Thermometerstände von 20 Tagen, und zwar vom 1. bis incl. 20. November 1872 behandelt wird.

Das hier zur Verwendung kommende Material besteht aus den in den einzelnen Stationen Morgens 6, Mittags 2 und Abends 10 Uhr gemachten Beobachtungen am Barometer, Thermometer und der Windrichtung und Windintensität.

Analog dem Principe der Abweichungen vom normalen Zustande sind in den folgenden Tabellen die Abweichungen des Luftdrucks wie auch der Temperatur von den für die betreffenden Orte und die entsprechende Zeit, beim Barometer für Monat November, beim Thermometer für je 5 Tage des Monats November nach Dove berechneten mittleren Luftdruck und mittleren Temperatur in Zahlen zusammengestellt, sowie die zu Grunde liegenden Mittelzahlen übersichtlich zugefügt, damit aus der Mittelzahl und der Abweichung die absolute Zahl wieder hergestellt werden kann. Ferner sind die Windrichtungen nach der 16theiligen Windrose und endlich die Windintensitäten wieder durch Zahlen in Abstufungen von 0 bis 5 ausgedrückt worden und daraus nachfolgende Zusammenstellung (s. die Tabellen auf S. 167 bis 172) entstanden. In diesen Tabellen folgen die meteorologischen Stationen ihrer geographischen Lage entsprechend von West nach Ost; die Zeiten fortlaufend von oben nach unten.

Um nun die in einer Haupt-Columne enthaltenen Beobachtungen von einem Orte auch bildlich im Zusammenhange zu gewinnen, sind von je einer Station graphische Profildarstellungen gemacht worden, welche unter den Zeichnungen, Blatt H und J, zusammengestellt wurden.

Diese einzelnen Profil-Darstellungen sind dadurch entstanden, dafs auf den senkrecht zu einer, den Mittelbarometerstand wie auch Mitteltemperatur darstellenden Abscissenaxe in den Beobachtungsintervallen gezogenen Ordinaten die in den Tabellen reducirten Zahlen der Abweichungen vom Mittel mit + oder — nach oben oder nach unten abgetragen und diese Festpunkte der Beobachtungen durch eine zusammenhängende Curve mit einander verbunden sind.

Die in feiner Linie ausgezogenen Curven sind die der Abweichungen des Luftdrucks; die in starker Linie markirten die der Abweichungen der Temperatur. Der Einfachheit halber ist für beide ein und derselbe Nullpunkt, d. h. der Mittelbarometerstand und Mitteltemperaturen in einer Abscissenaxe dargestellt; ferner ist bei den Ordinaten für das Barometer 1 Pariser Linie gleich 1 Grad Réaumur für das Thermometer angenommen. Da die fünftägigen Mitteltemperaturen zur Anwendung gekommen sind, so mufsten auch bei der sprungweisen Abnahme der Mitteltemperatur von 5 zu 5 Tagen, die Curven der Abweichung der Temperatur bei den betreffenden Tagen abgesetzt werden — wie solches in den graphischen Darstellungen an den Uebergangsstellen leicht ersichtlich ist; denn auf diese Weise war allein der Zusammenhang der Temperatur mit dem Luftdruck bildlich darzustellen.

Die Windrichtungen sind durch kleine Pfeile an den Ordinaten ausgedrückt, welche sich der normalen Orientirung des Blattes — Norden oben — anpassen. Die Windintensität in den 5 Gradationen ist wieder durch eine Curve in gerissener Linie dargestellt, wobei die 5 tiefsten Horizontalen der Profile für die Intensitätsgrade in Anspruch genommen sind, so dafs bei Windstille die Abscissenaxe mit der Curve zusammenfällt.

Diese Profile sind ferner auf Blatt K zu einem Flächenbilde vereinigt worden, und zwar sind daselbst die Windbewegung für sich und daneben die Abweichungen vom mittleren Luftdruck sowie die von den Mitteltemperaturen zusammengestellt worden.

In diesem Flächenbilde sind die Stationen von links nach rechts, die Zeiten von oben nach unten angegeben, wobei auf die geographische Lage der Stationen in Bezug auf ihre Entfernung von einander Rücksicht genommen ist.

In der Gesammtdarstellung der Windbewegung sind für die Windrichtung die 4 Quadranten je für sich behandelt worden, wie dies durch die verschiedene Schraffirung der Flächen sich darstellt, wobei alle westlichen Winde in gerissenen Linien, alle östlichen Winde in scharfen Linien schraffirt wurden. Alle Winde des Südwest-Quadranten sind als SW., alle Winde des Nordwest-Quadranten als NW. etc. bezeichnet, so dafs die Zwischenschwankungen innerhalb des Quadranten nicht in das Flächenbild übertragen wurden, um dies nicht unklar zu machen.

In jeder Windrichtung sind die gröfseren oder geringeren Intensitäten dadurch auseinander gehalten, dafs unter Beibehaltung der Charakteristik die Schraffirung nur dunkeler oder heller gehalten wurde.

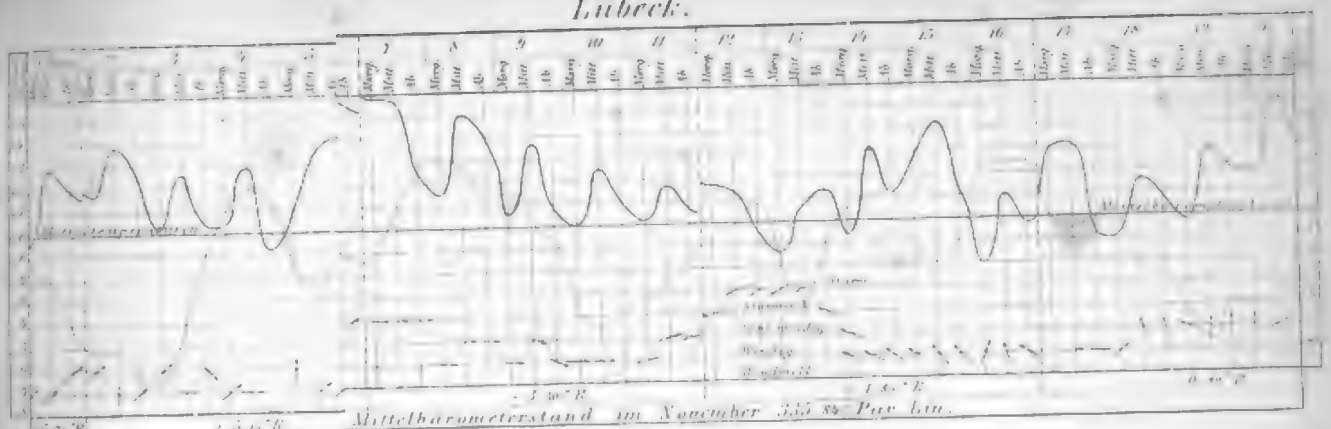
(Fortsetzung auf Spalte 173.)

Tabelle I.

Jahr und Monat	Datum	Tageszeit	Stunde	Emden. Bar.-Mitt.	Emden. Reduc. Bar.-Stand	Emden. Temp.-Mitt.	Emden. Reduc. Temperat.	Emden. Windrichtung.	Emden. Stärke.	Sylt. Bar.-Mitt.	Sylt. Reduc. Bar.-Stand	Sylt. Temp.-Mitt.	Sylt. Reduc. Temperat.	Sylt. Windrichtung.	Sylt. Stärke.	Altona. Bar.-Mitt.	Altona. Reduc. Bar.-Stand	Altona. Temp.-Mitt.	Altona. Reduc. Temperat.	Altona. Windrichtung.	Altona. Stärke.	Kiel. Bar.-Mitt.	Kiel. Reduc. Bar.-Stand	Kiel. Temp.-Mitt.	Kiel. Reduc. Temperat.	Kiel. Windrichtung.	Kiel. Stärke.	Lübeck. Bar.-Mitt.	Lübeck. Reduc. Bar.-Stand	Lübeck. Temp.-Mitt.	Lübeck. Reduc. Temperat.	Lübeck. Windrichtung.	Lübeck. Stärke.
1872 November																																	
	1	Morg.	6		— 2,0		— 0,4	SW	1		— 5,0		fehlt	WSW	2		— 2,2		+ 0,9	SW	1		— 3,5		— 0,3	SW			— 2,2		+ 0,2	W	3
		Mitt.	2		— 1,8		+ 2,8	SW	1		— 4,1		—	WSW	1		— 1,7		+ 4,1	SW	1		— 2,8		2,9	SW			— 2,0		+ 4,0	W	2
		Abd.	10		— 4,2		+ 1,9	WSW	2		— 4,8		—	WSW	2		— 3,2		+ 2,4	SW	0		— 3,3		+ 0,0	S			— 2,6		— 0,2	W	2
		Morg.	6		— 5,2		+ 1,8	WSW	2		— 7,6		+ 3,4	WSW	2		— 4,1		+ 3,6	S	1		— 5,2		+ 3,1	SW			— 4,4		+ 4,1	WSW	3
	2	Mitt.	2		— 5,1		+ 3,9	S	1		— 6,2		+ 3,5	WSW	2		— 5,0		+ 5,1	S	1		— 4,6		+ 4,6	SW			— 4,0		+ 6,0	W	3
		Abd.	10		— 6,3		+ 2,7	SW	1		— 7,6		+ 2,7	WSW			— 5,7		+ 3,5	S	0		— 6,2		+ 3,1	SSW			— 5,2		+ 3,8	W	3
		Morg.	6		— 6,5		+ 0,2	SW	2		— 8,8		+ 0,2	WSW	1		— 6,2		+ 2,1	S	2		— 7,2		+ 1,6	SW			— 6,2		+ 1,8	W	3
	3	Mitt.	2		— 4,2		+ 2,7	W	1		— 7,5		+ 2,6	WNW	1		— 5,0		+ 3,1	S	2		— 6,2		+ 1,6	—	0		— 5,0		+ 2,8	WSW	3
		Abd.	10		— 1,2		+ 0,5	NW	2		— 4,8		+ 1,7	WNW	2		— 2,5		+ 1,9	—	0		— 3,7		+ 1,3	W			— 4,1		+ 1,9	WSW	3
		Morg.	6		+ 1,1		+ 0,3	WSW	1		— 2,6		+ 1,4	WNW	2		+ 0,1		+ 0,3	SW	2		— 1,1		— 0,1	W			— 0,4		— 0,2	W	1
	4	Mitt.	2		+ 2,0		+ 2,6	W	1		— 0,4		+ 1,7	WNW	2		+ 1,0		+ 2,3	W	2		+ 0,1		+ 2,3	W			+ 0,3		+ 2,7	NW	2
		Abd.	10		+ 1,3		— 0,9	—	0		— 0,3		+ 1,2	WSW	1		+ 1,6		+ 0	—	0		+ 1,0		0,5	SW			+ 1,7		— 1,2	NW	1
		Morg.	6		— 1,7		+ 1,0	S	2		— 2,6		+ 0,9	SW	2		+ 0		— 0,1	SSO	1		— 1,4		0	SSW			+ 0,2		— 0,7	W	
	5	Mitt.	2		— 2,3		+ 3,5	SW	1		— 4,4		+ 3,0	S	1		— 1,9		+ 2,7	SSO	1		— 2,7		+ 1,5	SSW			1,7		+ 1,5	SW	
		Abd.	10		— 1,0		+ 4,1	SW	1		— 3,9		+ 3,3	WSW	1		— 1,5		+ 4,8	—	0		— 2,7		+ 3,7	WSW			1,9		+ 4,9	SW	
		Morg.	6		— 0,1		+ 2,8	SW	1		— 2,7		+ 2,5	WSW	1		— 0,3		+ 4,5	SW	1		— 1,4		+ 3,1	SW			— 0,9		+ 4,4	WSW	
	6	Mitt.	2		— 0,1		+ 4,2	SW	2		— 2,7		+ 3,8	SSW	2		— 0,3		+ 5,3	SW	1		— 1,3		+ 4,8	SW			— 0,7		+ 5,2	W	
		Abd.	10		— 1,3		+ 5,5	SW	1		— 4,1		+ 4,1	SW	2		— 1,1		— 5,2	—	0		— 2,4		+ 5,0	SW			— 1,2		+ 5,6	WSW	
		Morg.	6		+ 1,2		+ 3,1	SW	2		— 3,1		+ 4,0	WSW	3		— 0,1		+ 5,1	SW	1		— 1,4		+ 4,1	WSW			— 1,2		+ 5,9	W	
	7	Mitt.	2		+ 2,2		+ 4,7	W	2		— 0,8		+ 4,0	W	3		+ 1,8		+ 5,5	W	1		+ 0,5		+ 4,9	SW			+ 0,9		+ 5,7	W	
		Abd.	10		+ 3,6		+ 2,9	WSW	2		+ 0,4		+ 3,4	NW	3		+ 3,1		+ 2,8	—	0		+ 1,7		+ 2,9	SW			+ 2,7		+ 2,5	W	
		Morg.	6		+ 3,2		+ 0,9	SW	1		+ 0,6		+ 3,6	W	2		+ 3,7		+ 1,2	SW	1		+ 2,2		+ 2,1	WSW			+ 3,2		+ 1,4	W	
	8	Mitt.	2		+ 2,6		+ 3,4	SW	1		+ 0,4		+ 4,2	W	2		+ 3,0		+ 3,6	SW	1		+ 1,6		+ 4,3	SW			+ 2,7		+ 5,0	W	
		Abd.	10		+ 2,1		+ 2,7	SW	1		— 0,2		+ 3,5	W	1		+ 1,7		+ 3,7	—	0		+ 0,9		+ 3,4	SW			+ 1,4		+ 3,9	W	
		Morg.	6		+ 1,9		+ 0,3	WSW	1		— 0,6		+ 2,2	W	2		+ 1,4		+ 1,7	SW	1		+ 0,6		+ 1,3	SW			+ 1,4		+ 0,5	W	
	9	Mitt.	2		+ 1,9		+ 3,3	WSW	1		— 1,1		+ 2,6	W	1		+ 1,0		+ 3,1	SW	1		0,6		+ 3,5	SW			+ 0,2		+ 3,9	WNW	
		Abd.	10		— 1,6		+ 2,6	WSW	1		— 1,6		+ 2,4	W	1		— 1,3		+ 1,2	—	0		— 1,8		+ 1,4	SW			— 0,8		+ 0,9	WNW	
		Morg.	6		— 3,9		+ 1,1	W	1		— 5,4		0				— 3,7		+ 1,0	SW	1		— 4,3		+ 0,1	S			— 3,8		+ 0	W	
	10	Mitt.	2		— 4,0		+ 3,7	W	1		— 5,4		+ 1,1	SW	1		— 4,0		+ 2,4	SW	1		— 4,9		+ 1,7	SSW			— 4,6		+ 2,4	W	
		Abd.	10		— 3,8		— 0,6	—	0		— 4,8		— 0,2	ONO	1		— 3,8		+ 1,0	—	0		— 4,2		+ 0,	SSW			— 3,8		+ 1,0	—	
		Morg.	6		— 2,7		— 2,3	—	0		— 3,0		— 1,0	NO	1		— 3,0		+ 0,9	N	1		— 3,6		+ 0,9	N			— 3,3		+ 0,2	ONO	
	11	Mitt.	2		— 2,2		+ 1,1	NO	1		— 2,9		+ 1,3	NO	1		— 2,7		+ 2,5	NO	1		— 2,5		+ 1,6	NO			— 2,8		+ 1,8	ONO	
		Abd.	10		— 1,0		0,9	NO	1		— 1,6		— 1,0	NO	2		— 1,4		+ 0,4	—	0		— 1,5		— 1,1	NO			— 1,4		+ 0,7	ONO	
		Morg.	6		+ 0,4		+ 1,1	NO	2		+ 0,2		— 1,2	NO	2		— 0,4		+ 1,2	N	1		+ 0		+ 0,7	NO			— 0,7		+ 1,8	ONO	
	12	Mitt.	2		+ 0,8		+ 1,0	NO	2		+ 0,9		— 0,2	NO	2		— 0,2		+ 1,7	NNO	1		+ 0,5		+ 1,0	ONO			— 0,1		+ 1,4	ONO	
		Abd.	10		+ 1,6		— 1,0	NO	3		+ 2,0		— 2,6	NO	2		+ 0,8		— 0,7	—	0		+ 1,6		— 0,8	NO			+ 0,8		— 0,4	ONO	
		Morg.	6		+ 0,1		— 3,0	NNO	2		+ 1,4		— 3,4	NO	2		— 2,0		— 2,0	N	2		— 0,9		— 2,4	NO			— 1,7		— 1,4	ONO	
	13	Mitt.	2		— 2,8		— 2,1	NNO	3		— 1,2		— 3,5	NO	3		— 4,1		+ 0,4	NO	3		— 2,8		— 1,5	NO			— 3,6		+ 0,6	ONO	
		Abd.	10		— 2,5		— 2,0	O	2		— 1,8		— 2,6	NO	3		— 1,3		+ 0,2	—	0		— 1,5		+ 2,0	OSO			— 1,0		+ 1,4	OSO	
		Morg.	6		— 0,1		— 3,4	O	1		— 0,5		— 0,1	ONO	2		+ 0,4		— 0,6	ONO	2		+ 0,5		+ 0,7	OSO			+ 0,7		— 0,7	OSO	
	14	Mitt.	2		+ 0,6		+ 0	O	1		— 0,7		+ 0,4	O	1		+ 0,2		+ 2,9	O	2		+ 1,4		+ 2,4	OSO			+ 1,9		+ 3,1	OSO	
		Abd.	10		+ 1,4		— 3,0	O	1		+ 1,1		— 1,0	O	2		+ 0,5		+ 0,9	—	0		+ 1,4		+ 1,0	ONO			+ 1,2		+ 1,1	OSO	
		Morg.	6		— 1,1		+ 2,0	NNO	1		— 0,7		+ 0,6	ONO	2		— 1,6		+ 3,3	NO	1		— 1,3		+ 3,2	O			— 1,1		+ 2,9	OSO	
	15	Mitt.	2		— 1,7		+ 1,2	SSO	1		— 1,9		+ 1,4	ONO	2		— 1,8		+ 4,0	ONO	1		— 1,8		+ 4,2	OSO			— 1,9		+ 4,2	SO	
		Abd.	10		— 0,8		— 1,4	SO	1		— 2,5		+ 1,2	ONO	1		— 0,2		— 1,0	—	0		— 2,0		+ 3,7	SO			— 1,0		+ 1,3	SO	
		Morg.	6		+ 0,9		— 3,1	OSO	1		— 0,1		— 1,2	SSO	1		+ 1,8		— 1,9	OSO	1		+ 1,8		+ 1,4	SO			+ 2,6		— 2,0	SSW	
	16	Mitt.	2		+ 1,1		— 0,1	O	1		+ 1,4		0	SO	1		+ 2,3		+ 1,3	O	1		+ 2,4		+ 1,0	O			+ 2,5		+ 1,0	SSO	
		Abd.	10		+ 0,9		— 2,7	OSO	1		+ 1,5		— 1,5	O	1		+ 2,1		0		0		+ 2,3		+ 0,4	O			+ 2,6		— 0,2	OSO	
		Morg.	6		+ 0,4		— 1,9	SO	1		— 0,1		+ 1,3	O	1		+ 0,3		+ 2,3	ONO	0		+ 0,1		+ 3,4	O			+ 0		+ 3,0		
	17	Mitt.	2		— 0,4		— 0,6	O	1		— 2,4		+ 2,3	O	1		— 0,4		+ 2,6	ONO	1		0,9		+ 2,9	W			0,6		+ 3,3	W	
		Abd.	10		— 1,3		— 1,6	O	1		— 1,7		+ 0,8	S	1		— 0,3		+ 1,3	—	0		— 0,5		+ 1,2	SSW			+ 0		— 0,8	W	
		Morg.	6		— 2,6		— 0,9	O	1		— 2,2		— 0,6	SO	1		— 1,1		— 1,2	OSO	1		— 1,3		— 0,6	SO			— 0,3		— 0,8	SW	
	18	Mitt.	2		— 2,1		+ 1,1	S	1		— 3,4		0	OSO	1		— 2,3		+ 1,2	OSO	1		— 2,6		+ 1,5	OSO			— 2,3		+ 1,7	SSO	
		Abd.	10		— 4,3		+ 0,9	SO	1		— 4,4		+ 0,2	OSO	1		— 3,0		+ 0,6	—	0		— 3,3		+ 1,9	SO			— 2,6		+ 0,1	SSO	
		Morg.	6		— 7,1		— 0,8	O	1		— 5,5		— 0,1	O	1		— 5,1		+ 0,7	OSO	1		— 4,8		+ 0,6	SO			— 4,1		— 0,2	OSO	
	19	Mitt.	2		— 5,5		+ 1,1		0		— 6,1		+ 0,6	O	1		— 3,7		+ 2,1	SO	1		— 5,8		+ 1,8	SO			— 5,5		+ 3,0		
		Abd.	10		— 4,1		— 0,2		0		— 6,2		+ 1,0	O	1		— 4,0		+ 1,9	—	0		— 4,8		+ 2,0	OSO			— 3,8		+ 2,2		
		Morg.	6		— 5,2		+ 3,6	SW	1		— 6,1		+ 1,0	OSO	1		— 5,1		+ 1,7	SO	1		— 4,6		+ 1,6	SSO			— 4,0		+ 1,0		
	20	Mitt.	2		— 3,4		+ 4,2	SW	1		— 5,8		+ 4,2	SSW	1		— 3,5		+ 6,0	SW	1		— 4,5		+ 4,3	WSW			— 3,8		+ 5,1	WSW	
		Abd.	10		— 2,3		+ 3,7	SW	1		— 4,1		+ 4,2	SW	1		— 1,9		+ 4,6	—	0		— 2,0		+ 3,4	S			— 1,9		+ 3,1	WSW	

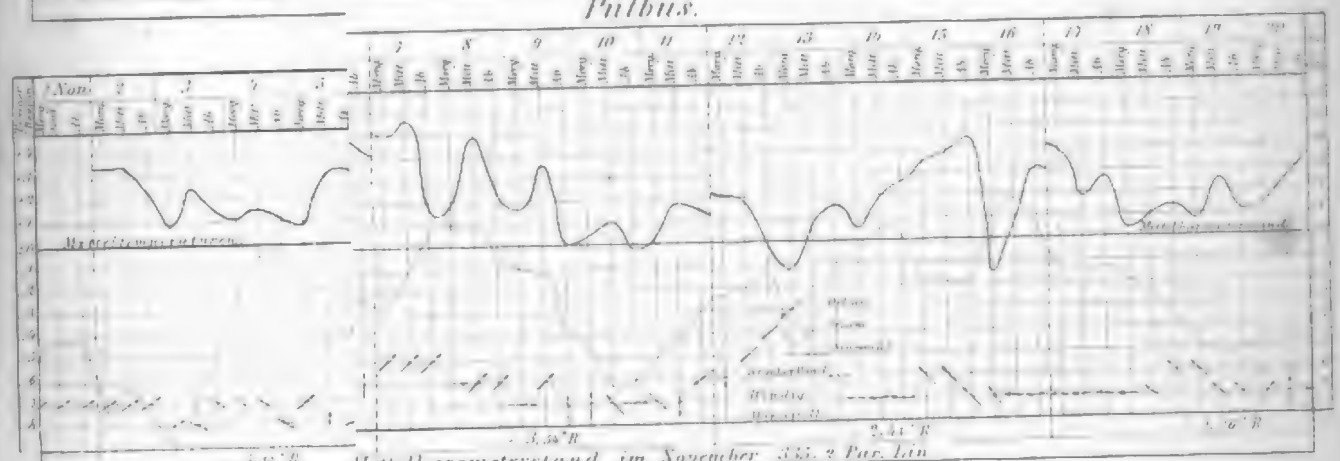
Barometer-Mittel: Emden 336,71 Pariser Linien; Sylt 336,43 Pariser Linien; Altona 336,36 Pariser Linien; Kiel 336,54 Pariser Linien; Lübeck 336,54 Pariser Linien.

Lübeck.



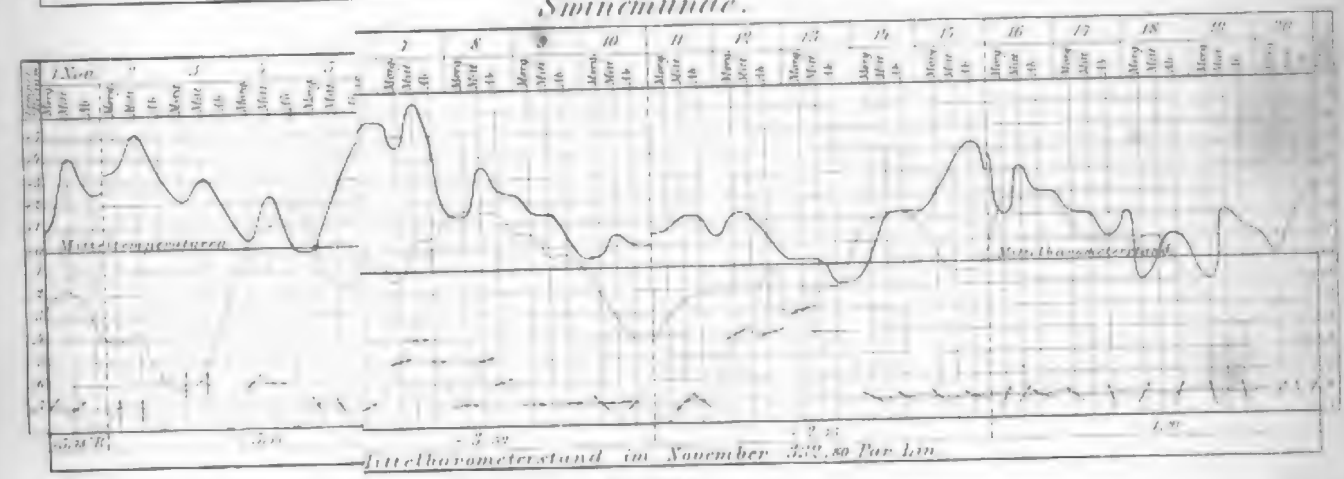
Mittelbarometerstand im November 335.84 Par. Lin.

Puthus.



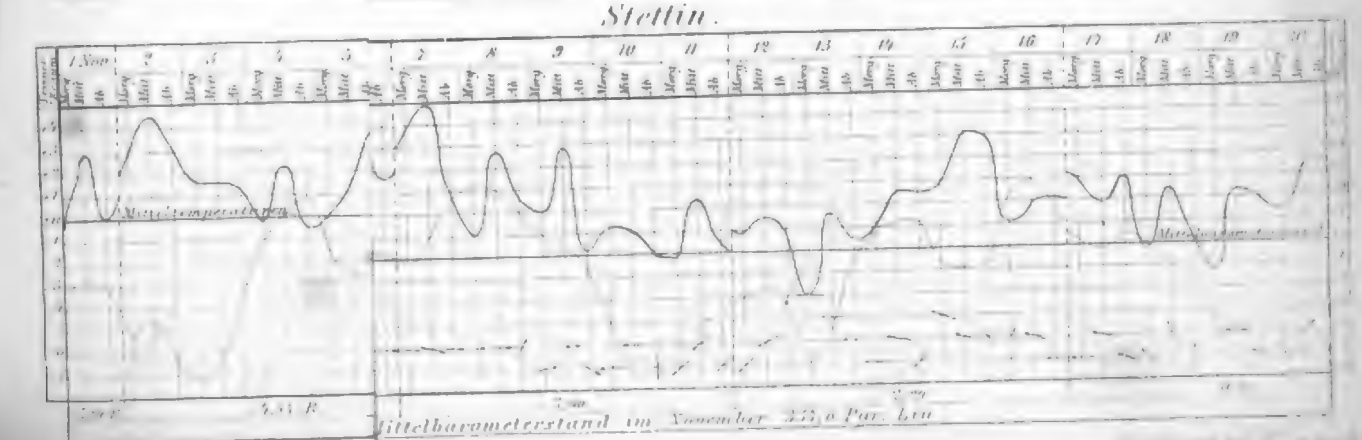
Mittelbarometerstand im November 335.2 Par. Lin

Swinemünde.



Mittelbarometerstand im November 339.80 Par. Lin.

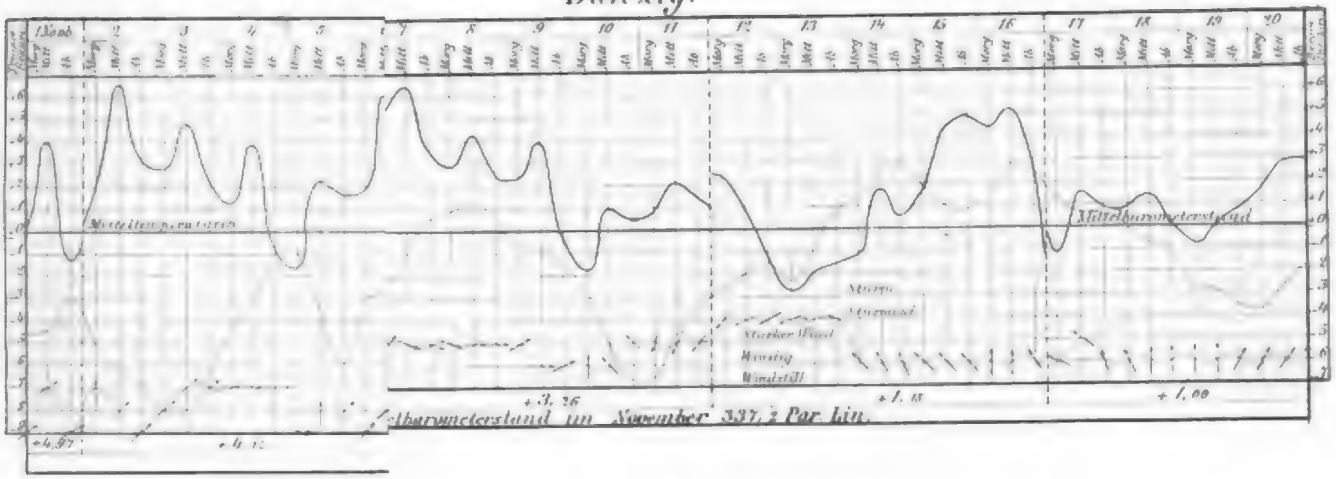
Stettin.



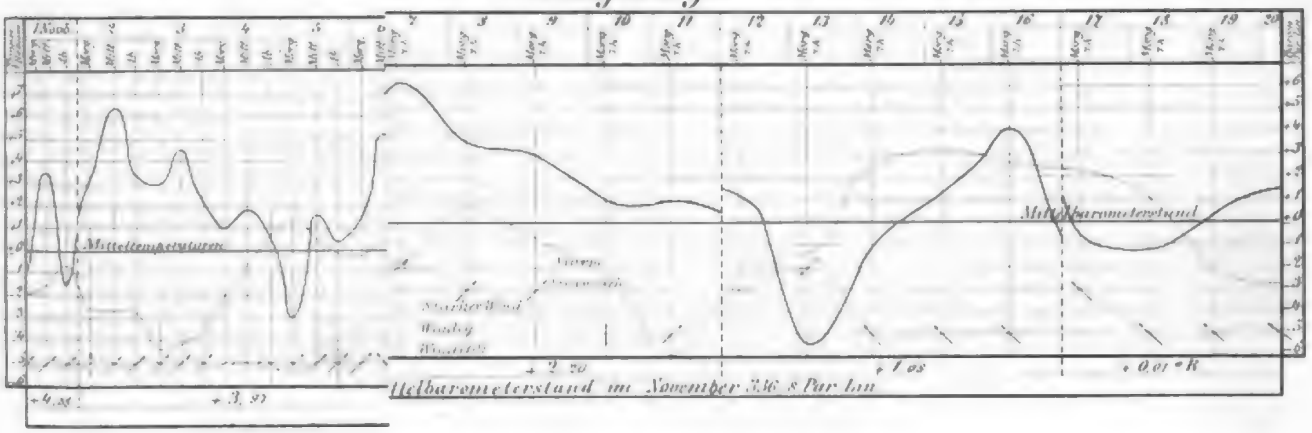
Mittelbarometerstand im November 335.0 Par. Lin

ed by Google

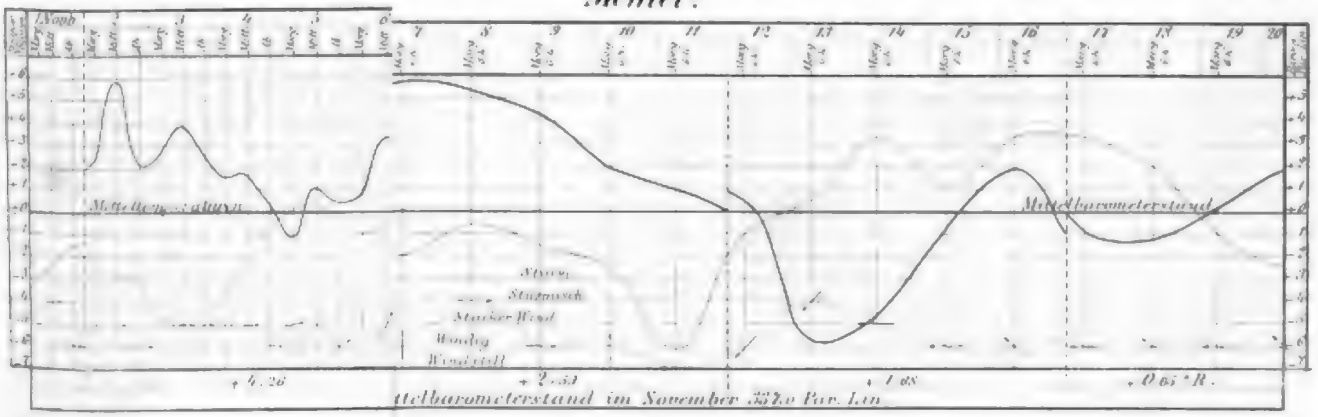
Danzig.



Königsberg.



Memel.



Digitized by Google

Digitized by Google

Tabelle II.

Jahr und Monat Datum	Tageszeit	Stunde	Pathus. Bar.-Mitt.	Pathus. Reduc. Bar.-Stand	Pathus. Temp.-Mitt.	Pathus. Reduc. Temperat.	Pathus. Windrichtung.	Pathus. Stärke.	Swinemünde (Leuchtthurm). Bar.-Mitt.	Swinemünde (Leuchtthurm). Reduc. Bar.-Stand	Swinemünde (Leuchtthurm). Temp.-Mitt.	Swinemünde (Leuchtthurm). Reduc. Temperat.	Swinemünde (Leuchtthurm). Windrichtung.	Swinemünde (Leuchtthurm). Stärke.	Stettin. Bar.-Mitt.	Stettin. Reduc. Bar.-Stand	Stettin. Temp.-Mitt.	Stettin. Reduc. Temperat.	Stettin. Windrichtung.	Stettin. Stärke.	Regenwalde. Bar.-Mitt.	Regenwalde. Reduc. Bar.-Stand	Regenwalde. Temp.-Mitt.	Regenwalde. Reduc. Temperat.	Regenwalde. Windrichtung.	Regenwalde. Stärke.	Cöslin. Bar.-Mitt.	Cöslin. Reduc. Bar.-Stand	Cöslin. Temp.-Mitt.	Cöslin. Reduc. Temperat.	Cöslin. Windrichtung.	Cöslin. Stärke.
	Morg.	6		— 4,4		— 0,6	SW	3		— 1,3		+ 1,8	WSW	2		— 1,2		+ 0,5	W	1		— 4,5		+ 0	SW	0		— 1,9		— 0,9	SW	1
1	Mitt.	2		— 4,0	+ 5,41	+ 3,1	—	3		— 1,0		+ 4,2	WSW	2		— 1,3	+ 5,51	+ 4,2	W	1		— 4,8	+ 4,97	+ 4,0	SW	2		— 1,5	+ 4,88	+ 3,5	SW	1
	Abd.	10		— 3,3		— 0,7	SW	2		— 0,9		+ 3,2	WSW	2		— 1,4		— 0,1	WSW	1		— 3,0		— 1,2	SW	0		— 0,6		— 1,4	SW	1
	Morg.	6		— 5,3		+ 3,4	S	2		— 2,4		+ 2,3	SSW	2		— 3,1		+ 1,7	SW	1		— 5,0		+ 1,9	S	2		— 2,6		+ 3,2	S	1
2	Mitt.	2		— 5,0		+ 6,3	SW	2		— 2,1		+ 5,2	WSW	2		— 3,6		+ 6,1	SW	1		— 6,2		+ 6,5	SW	1		— 2,7		+ 6,3	SW	1
	Abd.	10		— 6,7		+ 2,8	SO	2		— 2,9		+ 3,2	SW	2		— 3,3		+ 2,5	SW	1		— 6,3		+ 3,3	SW	0		— 2,8		+ 3,4	SW	1
	Morg.	6		— 7,6		+ 2,8	S	2		— 3,4	+ 4,75	+ 3,2	SW	1		— 5,1		+ 2,5	SW	2		— 8,1		+ 2,9	SW	1		— 4,3		+ 3,0	SW	1
3	Mitt.	2		— 7,4		+ 3,6	S	3		— 3,4		+ 3,2	WSW	3		— 4,8		+ 4,2	WSW	2		— 8,0		+ 4,7	SW	2		— 4,2		+ 4,4	SW	1
	Abd.	10		— 6,1	4,91	+ 1,6	W	3		— 2,4		+ 2,2	SSW	2		— 4,1	4,50	+ 1,9	WSW	1		— 6,4		+ 2,5	SW	2		— 3,6		+ 2,2	SW	1
	Morg.	6		— 4,8		+ 2,0	W	3		— 1,3		+ 0,2	W	2		— 1,6		+ 0,9	W	1		— 4,6		+ 1,3	W	2		— 2,1		+ 1,0	W	1
4	Mitt.	2		— 2,2		+ 2,0	W	3		+ 0,6		+ 2,7	NW	2		— 0,2		+ 3,5	WNW	2		— 3,2		+ 3,9	W	2		— 0,7		+ 1,9	W	1
	Abd.	10		— 1,2		— 0,7	SW	2		+ 1,2		+ 1,3	WNW	1		+ 1,4		— 1,1	W	2		— 0,9		— 0,7	W	2		+ 0,7		+ 0,2	NW	1
										+ 1,8		+ 0,2																				
	Morg.	6		— 0,7		— 1,0	S	1		+ 0,8		— 0,8																				
5	Mitt.	2		— 2,7		+ 3,2	SO	2		+ 1,6		+ 2,2	SW	2		— 0,6		+ 1,9	SSW	2		— 3,6		+ 2,3	S	1		+ 0,6		+ 1,7	SW	1
	Abd.	10		— 3,2		+ 1,7	SO	2		— 0,3		+ 1,3	SW	1		— 1,0		+ 1,1	SW	1		— 6,0		+ 1,6	SW	1		— 0,1		+ 0,5	SW	1
										— 0,3		+ 1,2																				
	Morg.	6		— 2,1		+ 4,1	W	2		— 0,5		+ 5,5	NW	1		— 0,6		+ 2,6	W	1		— 3,0		+ 1,9	SW	0		— 0,3		+ 1,5	SW	1
6	Mitt.	2		— 1,8		+ 5,0	SO	2		+ 0,5		+ 5,5	W	1		+ 0,2		+ 5,9	W	1		— 2,5		+ 6,1	SW	1		+ 0,4		+ 5,2	NW	1
	Abd.	10		— 2,3		+ 4,6	S	2		+ 0,4		+ 6,5	WSW	1		+ 0,3		+ 3,7	W	2		— 2,2		+ 4,1	SW	0		+ 0,5		+ 3,5	SW	1
										+ 0,4		+ 6,5																				
	Morg.	6		— 2,3		+ 5,0	SW	3		— 0,5		+ 5,5	WSW	3		— 0,2		+ 5,8	W	2		— 3,1		+ 5,8	W	3		— 0,6		+ 6,3	SW	3
7	Mitt.	2		— 1,1		+ 5,6	SW	3		+ 1,4		+ 7,5	W	4		+ 1,0		+ 6,8	WNW	2		— 2,2		+ 6,0	W	3		+ 0,8		+ 6,7	NW	1
	Abd.	10		+ 0,6		+ 1,8	SW	3		+ 1,3		+ 5,5	W	3		+ 2,7		+ 2,6	W	2		+ 0,4		+ 1,6	W	1		+ 2,1		+ 3,0	NW	1
										+ 2,7		+ 2,5																				
	Morg.	6		+ 0,8		+ 1,8	W	2		+ 2,3		+ 2,5	W	1		+ 3,1		+ 1,0	W	2		+ 1,1		+ 0	SW	2		+ 2,3		+ 1,4	W	1
8	Mitt.	2		+ 0,9		+ 4,8	SW	2		+ 2,6		+ 4,5	WSW	3		+ 3,0		+ 4,7	W	3		+ 0,4		+ 4,4	SW	2		+ 2,3		+ 5,0	W	1
	Abd.	10		— 0,6		+ 2,5	SW	2		+ 2,6	3,52	+ 3,5	WSW	2		+ 2,0		+ 2,7	SSW	2		— 0,5		+ 2,1	SW	2		+ 2,1		+ 2,6	W	1
					3,54					+ 1,6	+	+ 3,5															3,00					
	Morg.	6		— 1,0	+	+ 1,7	W	1		+ 1,7		+ 2,0	W	1		+ 1,0		+ 2,0	WSW	1		— 1,5		+ 1,9	WSW	2		+ 0,8		+ 1,8	W	1
9	Mitt.	2		— 1,2		+ 3,7	SW	2		+ 0,7		+ 2,5	W	1		+ 0,5	3,46	+ 4,8	W	2		— 2,5	3,92	+ 3,6	W	1		+ 0,6		+ 4,5	W	1
	Abd.	10		— 3,7		± 0	S	1		+ 0,8		+ 1,8	W	1		— 0,5		+ 0,2	NW	1		— 3,7		— 1,0	W	0		± 0		— 0,4	W	1
										— 0,2		+ 0,5																				
	Morg.	6		— 4,7		+ 0,4	S	1		— 1,2		+ 0,5	SO	1		— 3,3		+ 1,2	O	1		— 6,1		— 0	SO	0		— 2,4		— 1,0	S	1
10	Mitt.	2		— 6,2		+ 1,0	SO	1		— 2,2		+ 1,5	O	1		— 5,3		+ 1,2	O	2		— 7,6		— 0,6	O	2		— 4,5		+ 1,0	O	1
	Abd.	10		— 6,0		— 0,2	W	1		— 3,2		+ 1,0	NO	1		— 4,8		— 0	N	1		— 8,1		— 0,8	O	2		— 5,2		— 0,6	O	1
										— 3,2		+ 1,0																				
	Morg.	6		— 5,0		+ 0,3	NW	1		— 2,2		+ 1,7		0		— 4,1		— 0,2	NO	1		— 6,0		— 1,6	O	0		— 3,8		— 2,0	N	1
11	Mitt.	2		— 4,3		+ 1,8	N	1		— 1,7		+ 2,2	NO	1		— 3,3		+ 2,4	NO	2		— 5,1		+ 1,0	O	2		— 2,9		+ 3,0	NO	1
	Abd.	10		— 2,9		+ 1,5	NO	2		— 1,2		+ 2,2	SO	1		— 2,5		+ 0,4	NO	1		— 4,5		± 0	NO	3		— 2,1		+ 0,2	NO	1
										— 1,2		+ 1,2																				
	Morg.	6		— 2,3		+ 2,1	N	2		— 1,2		+ 2,2	ONO	4		+ 2,1		+ 0,9	NO	1		— 3,4		+ 1,2	NO	2		— 1,3		+ 2,0	NO	1
12	Mitt.	2		— 1,3		+ 1,9	NO	3		— 1,3		+ 2,2	ONO	4		— 1,6		+ 1,6	ONO	2		— 3,0		+ 1,4	NO	3		— 0,6		+ 1,4	NO	2
	Abd.	10		— 1,5		— 0,3	NO	4		— 0,3		+ 1,3	ONO	4		— 2,3		+ 0,7	NNO	4		— 3,6		+ 0,4	NO	4		— 1,7		+ 0,5	NO	4
										— 2,1		+ 0,2																				
	Morg.	6		— 4,6		— 1,2	NO	5		— 2,1		+ 0,2	ONO	5		— 4,2		— 2,0	O	4		— 5,2		— 1,6	NO	4		— 2,9		— 1,3	ONO	3
13	Mitt.	2		— 3,9		+ 0,6	O	3		— 1,1	2,73	+ 0,2	O	4		— 3,3		+ 1,7	O	3		— 4,0		— 0,6	NO	3		— 1,2		— 1,3	O	3
	Abd.	10		— 1,0		+ 1,7	O	2		— 1,0	+	+ 0,8	O	4		— 0,3		+ 0,5	O	2		— 0,8		— 0,2	NO	2		+ 0,9		— 0,4	O	3
										+ 1,0		— 0,8																				
	Morg.	6		— 0,3		+ 0,4	O	1		+ 1,9		— 0,2	OSO	1		+ 0,7		+ 0,9	O	1		— 0,3		+ 0,6	O	1		+ 1,9		+ 0,5	SO	1
14	Mitt.	2		+ 0,5	2,63	+ 1,9	O	1		+ 2,3		+ 2,2	SO	1		+ 1,2	2,39	+ 2,5	OSO	2		+ 0,6	2,00	+ 2,0	SO	1		+ 2,0	1,32	+ 1,9	SO	1
	Abd.	10		+ 0,3		+ 2,6	O	1		+ 1,3		+ 2,2	OSO	1		+ 1,3		+ 2,5	NO	1		+ 0,1		+ 3,8	SO	2		+ 2,6		+ 4,1	SO	3
										+ 1,8		+ 2,2																				
	Morg.	6		— 1,7		+ 3,4	SO	2		+ 0,7		+ 3,2				— 0,6		+ 2,9	OSO	3		— 1,4		+ 3,6	SO	2		+ 1,1		+ 4,7	SO	3
15	Mitt.	2		— 1,9		+ 3,9	SO	2		— 0,4		+ 4,2	SO	1		— 0,8		+ 5,1	OSO	2		— 2,5		+ 6,8	SO	1		+ 0,5		+ 7,7	SO	3
	Abd.	10		— 1,8		+ 4,5	SO	1		— 0,4		+ 5,2	OSO	1		— 0,5		+ 4,9	SO	2		— 2,8		+ 6,4	O	2		+ 0,6		+ 6,9	SO	3
										+ 0,6		+ 4,2																				
	Morg.	6		+ 0,9		— 1,4	SO	1		+ 2,8		+ 2,1	SSW	1		+ 2,3		+ 1,1	SSW	2		+ 0,5		+ 1,4	SO	0		+ 2,9		+ 2,6	SW	1
16	Mitt.	2		+ 1,8		+ 0,9	O	1		+ 2,7		+ 4,1	SW	1		+ 3,0		+ 1,8	OSO	2		+ 0,6		+ 1,6	S	0		+ 3,8		+ 3,1	SW	1
	Abd.	10		+ 0,5		+ 3,1	O	1		+ 2,8		+ 3,1	OSO	1		+ 1,8		+ 2,2	O	1		— 1,2		+ 3,2	O	1		+ 3,1		+ 3,7	SW	1
										+ 2,8		+ 3,1																				
	Morg.	6		— 1,3		+ 3,9	O	1		+ 1,8		+ 2,1	SO	1		+ 0,2		+ 2,8	O	1		— 1,8		+ 0	SO	0		+ 1,7		— 0,6	SO	1
17	Mitt.	2		— 1,6		+ 1,9	O	1		+ 0,8		+ 2,1	SSO	1		— 0,1		+ 1,9	OSO	2		— 2,4		+ 2,2	SO	1		+ 0,9		+ 1,1	S	3
	Abd.	10		— 1,3		+ 2,7	O	1		+ 0,9		+ 1,1	SSO	1		+ 0,5		+ 3,0	OSO	1		— 1,5		+ 3,0	SO	0		+ 1,1		+ 2,0	S	1
										+ 0,8		+ 2,1																				
	Morg.	6		— 1,9		+ 0,3	O	1		+ 1,0		— 0,9	SSW	1		+ 0		— 0,2	SO	1		— 1,9		— 0	SO	0		+ 0,5		+ 2,2	S	1
18	Mitt.	2		— 2,7		+ 0,9	SO	1		+ 1,0	1,91	+ 0,1	SSW	1		— 1,0		+ 2,4	SSO	2		— 3,0		+ 3,6	SSO	0		— 0,4		+ 3,9	S	1
	Abd.	10		— 3,6		+ 1,3	SO	2		— 0,1		+ 1,1	SSW	1		— 1,8		+ 0,4	S	1		— 2,9		— 0,2	SO	0		— 0,8		+ 1,4	S	1
					1,26					— 1,0	+	+ 0,1					0,97					0,41					0,55				
	Morg.	6		— 4,8	+	+ 0,7	SO	2		— 2,9		— 0,9	SSO	1		— 3,3		— 1,3	SO	2		— 4,4		— 0,8	SO	0		— 2,2		+ 0,8	S	1
19	Mitt.	2		— 5,2		+ 2,5	SO	1		— 2,2		+ 2,1	SSO	1		— 3,6		+ 2,2	O	2		— 4,7		+ 2,4	SO	0		— 2,8		+ 2,8	S	1
	Abd.	10		— 5,1		+ 1,2	SO	1		— 3,1		+ 1,6	SSO	1		— 3,8		+ 2,0	OSO	1		— 5,4		+ 0,6	SO	0		— 3,0		+ 1,5	S	1
										— 2,6		+ 1,1																				
	Morg.	6		— 4,6		+ 1,4	SW	1		— 2,0		+ 0,1	SW	1		— 3,1		+ 1,4	SO	1		— 4,4		+ 1,3	SW	0		— 2,5		+ 1,4	SO	1
20	Mitt.	2		— 4,9		+ 2,4	S	1		— 2,3		+ 2,1	SSO	1		— 3,0		+ 3,6	SW	2		— 4,4		+ 3,8	S	0		— 2,0		+ 3,4	S	1
	Abd.	10		— 4,8		+ 3,5	W	1		— 1,2		+ 3,1	SSW	1		— 1,3		+ 3,7	S	1		— 3,5		+ 4,6	S	0		— 1,1		+ 4,2	S	1
										— 0,2		+ 3,1																				

1872 November

Digitized by Google

Tabelle III.

Jahr und Monat	Datum	Tageszeit	Stunde	Lauenburg.						Danzig.						Königsberg.						Memel.					
				Bar.-Mitt.	Reduc. Bar.-Stand	Temp.-Mitt.	Reduc. Temperat.	Windrichtung.	Stärke.	Bar.-Mitt.	Reduc. Bar.-Stand	Temp.-Mitt.	Reduc. Temperat.	Windrichtung.	Stärke.	Bar.-Mitt.	Reduc. Bar.-Stand	Temp.-Mitt.	Reduc. Temperat.	Windrichtung.	Stärke.	Bar.-Mitt.	Reduc. Bar.-Stand	Temp.-Mitt.	Reduc. Temperat.	Windrichtung.	Stärke.
1872 November																											
	1	Morg.	6		— 3,4			W	3		— 3,5		+ 0,6	W	1		— 2,9		— 1,2	SO	3		— 4,2		+ 3,8	W	3
		Mitt.	2		— 2,4			W	2		— 3,1		+ 3,1	W	2												
		Abd.	10		— 1,8			W	1		— 1,8		+ 0,5	WSW	1												
	2	Morg.	6		— 2,6		+ 2,5	S	2		— 2,7		— 1,3	SSW	1		— 1,8		+ 0,4	SO	1		— 1,8		+ 3,5	SW	1
		Mitt.	2		— 2,8		+ 5,9	W	2		— 3,2		+ 5,8	SW	1												
		Abd.	10		— 3,0		+ 2,1	W	1		— 3,2		+ 1,2	SW	1												
	3	Morg.	6		— 4,9		+ 2,9	S	2		— 5,0		+ 0,2	S	1		— 4,0		+ 2,1	SO	1		— 4,0		+ 1,7	SO	1
		Mitt.	2		— 4,9		+ 3,9	W	2		— 6,4		+ 3,7	SW	1												
		Abd.	10		— 4,5		+ 2,5	W	2		— 4,7		+ 0,8	SW	1												
	4	Morg.	6		— 3,6		+ 1,6	W	2		— 4,2		+ 1,7	WSW	1		— 3,6		+ 1,3	SW	3		— 4,7		+ 3,2	SW	1
		Mitt.	2		— 2,1		+ 1,7	W	2		— 2,7		+ 1,9	WNW	1												
		Abd.	10		— 0,5		+ 0,1	W	1		— 1,1		— 0,1	WNW	2												
	5	Morg.	6		+ 0,2		— 1,1	WSW	2		— 0,4		— 1,4	NW	1		— 0,4		+ 1,3	W	3		— 1,2		+ 2,2	W	1
		Mitt.	2		+ 0,3		+ 1,1	SW	2		— 0,2		+ 0,6	W	1												
		Abd.	10		— 0,4		+ 0,5	SW	1		— 0,7		— 2,2	SW	1												
	6	Morg.	6		— 1,0		+ 0,8	S	0		— 1,3		— 1,0	S	1		— 0,3		— 0,5	SO	1		± 0		— 1,4	SO	1
		Mitt.	2		— 0,5		+ 3,6	SSW	2		— 0,8		+ 1,8	S	1												
		Abd.	10		— 0,4		+ 3,5	SSW	2		— 0,6		+ 2,1	SSW	1												
	7	Morg.	6		— 1,9		+ 6,7	SW	3		— 2,1		+ 5,5	SW	2		— 1,8		+ 6,2	SW	4		2,0		+ 5,8	S	1
		Mitt.	2		— 0,2		+ 6,4	W	3		— 0,9		+ 6,4	WNW	2												
		Abd.	10		+ 0,9		+ 3,5	W	2		+ 0,4		+ 3,3	WNW	2												
	8	Morg.	6		+ 1,3		+ 2,8	W	3		+ 0,8		+ 2,9	WNW	2		+ 0,1		+ 3,6	SW	3		0,4		+ 5,3	W	3
		Mitt.	2		+ 1,0		+ 4,5	W	2		+ 1,3		+ 4,...	W	2												
		Abd.	10		+ 1,0		+ 3,2	W	2		+ 0,5		+ 2,5	W	2												
	9	Morg.	6		— 0,5		+ 3,0	W	2		— 0,9		+ 2,...	WSW	2		— 0,7		+ 3,0	SW	3		- 1,4		+ 4,3	W	1
		Mitt.	2		— 0,2		+ 3,7	W	1		— 0,6		+ 3,9	W	1												
		Abd.	10		— 1,0		+ 0,9	W	1		— 1,4		— 0,6	WSW	1												
	10	Morg.	6		— 2,5		— 0,8	SSO	1		— 2,6		— 1,8	S	1		— 2,4		+ 1,0	S	1		— 2,4		+ 1,9	S	1
		Mitt.	2		— 4,8		+ 1,2	OSO	2		— 5,1		+ 1,0	SO	1												
		Abd.	10		— 6,2		+ 0,4	OSO	1		— 6,8		+ 0,5	SO	2												
	11	Morg.	6		— 5,4		+ 0,1	NO	0		— 6,5		+ 0,9	NNO	2		— 5,9		+ 1,8	SW	1		6,1		+ 1,0	O	0
		Mitt.	2		— 3,8		+ 2,2	NO	2		— 4,7		+ 2,1	NNO	2												
		Abd.	10		— 2,6		+ 1,6	NO	3		— 3,2		+ 1,1	NO	1												
	12	Morg.	6		— 2,0		+ 1,2	NO	3		— 2,7		+ 2,2	NO	3		- 2,2		+ 1,2	O	3		— 1,0		+ 0,5	NO	1
		Mitt.	2		— 1,0		+ 0,5	NO	3		— 2,0		+ 1,0	ONO	3												
		Abd.	10		— 0,9		— 1,5	NO	3		— 1,5		— 1,2	ONO	3												
	13	Morg.	6		— 2,5		— 2,5	O	4		- 2,5		— 2,8	ONO	3		- 1,5		- 5,...	NO	4		+ 0,5		- 5,7	NO	3
		Mitt.	2		— 0,8		— 1,9	O	2		— 0,8		— 2,0	O	3												
		Abd.	10		+ 1,2		— 1,4	O	2		+ 0,8		— 1,...	OSO	3												
	14	Morg.	6		+ 1,6		- 1,4	O	2		+ 1,4		— 1,...	SO	1		+ 2,7		— 1,2	SO	1		+ 3,...		— 4,7	O	2
		Mitt.	2		+ 2,9		+ 2,1	SO	1		2,5		+ 1,...	SSO	1												
		Abd.	10		+ 2,6		+ 1,2	SO	1		+ 2,9		+ 0,5	SSO	1												
	15	Morg.	6		+ 1,6		+ 2,3	SO	3		+ 1,8		+ 1,...	SO	1		+ 3,1		+ 1,3	SO	1		+ 1,2		- 0,7	O	1
		Mitt.	2		+ 1,0		+ 4,8	SO	2		+ 1,0		+ 4,...	SO	1												
		Abd.	10		+ 0,8		+ 4,5	SO	2		+ 0,8		+ 4,...	SO	1												
	16	Morg.	6		+ 1,9		+ 4,7	SW	1		+ 1,6		+ 4,...	S	1		+ 2,7		+ 4,1	SO	1		+ 3,3		+ 1,9	SO	1
		Mitt.	2		+ 3,3		+ 3,6	SW	1		+ 2,8		+ 3,...	S	1												
		Abd.	10		+ 2,6		+ 3,5	SW	1		+ 2,4		+ 2,...	SO	1												
	17	Morg.	6		+ 1,3		— 0,8	OSO	2		+ 1,2		— 1,...	OSO	1		+ 2,3		— 0,6	SO	3		+ 3,3		— 0,9	O	1
		Mitt.	2		+ 0,8		+ 2,...	OSO	1		+ 0,6		+ 1,...	SO	2												
		Abd.	10		+ 0,9		+ 1,3	OSO	1		+ 0,6		+ 0,8	SSO	1												
	18	Morg.	6		+ 0,1		+ 1,4	SO	1		— 0		+ 0,8	SSO	1		+ 1,3		— 1,2	SO	1		+ 2,0		— 1,3	SO	1
		Mitt.	2		— 0,4		+ 1,5	SO	2		— 0,8		+ 1,...	S	1												
		Abd.	10		— 1,0		+ 0,...	SO	1		— 1,2		+ 0,1	S	1												
	19	Morg.	6		— 2,4		— 0,...	SO	1		— 2,8		— 0,8	S	1		— 2,1		+ 0,3	SO	1		— 1,1		+ 0	O	1
		Mitt.	2		— 2,9		+ 0,9	SO	1		— 2,8		+ 0,2	S	1												
		Abd.	10		— 3,2		+ 2,0	SO	1		— 3,4		+ 0,7	SSW	1												
	20	Morg.	6		— 3,2		+ 1,0	SW	1		— 3,7		+ 1,0	SSW	1		— 2,6		+ 1,8	SO	1		— 2,4		+ 1,9	SO	1
		Mitt.	2		— 2,3		+ 2,7	SW	1		— 2,6		+ 2,...	SW	1												
		Abd.	10		— 1,0		+ 3,9	SW	1		— 1,9		+ 2,8	S	1												

Barometer Pariser Linien: Lauenburg 336,36; Danzig 337,24; Königsberg 336,08; Memel 337,00.

Da die Windrichtungen sowohl als auch die Windstärken sich häufig zu gleicher und längerer Zeit über mehrere Orte erstrecken, so sind die gleichartigen Winde durch Linien umgrenzt, welche den Bestand dieser Windrichtung nach Zeit und Ort markiren.

Die Gesammtdarstellung des Barometerstandes und der Temperatur ist dadurch gegeben, dafs diejenigen Gebiete, welche nach Zeit und Oertlichkeit gleiche Barometerstände resp. Thermometerstände zeigten, durch Linien umgrenzt sind und da, wo diese Stände niedrig waren, dunkel, diejenigen, wo sie höher waren, heller abgetönt sind. Diese Linien, aus den Profilen entnommen, sind für den Barometerstand von 2 zu 2 Pariser Linien, für das Thermometer von 2 zu 2 Grad Réaumur abgegrenzt und auch in diesen Umgrenzungen durch charakteristische mit Punkten unterbrochene Linien die Höhe des Standes in Graden gekennzeichnet.

Um bei der graphischen Darstellung der Temperatur ein möglichst richtiges Bild, d. h. unbeeinflufst von den Einwirkungen der Sonne, zu erhalten, sind von den Einzeldarstellungen nur diejenigen Ordinaten zur Verwendung gekommen, welche den Morgenbeobachtungen entsprechen. Man denke sich dabei die Endpunkte dieser Ordinate durch eine allen sich anschliefsende Curve verbunden und diese Curve auf die Ebene projicirt.

Dieses Flächenbild erstreckt sich nun, im Vergleich zu dem früheren, Nord- und Mittel-Europa umfassenden Atmosphärenkreis, lediglich auf diejenige Linie, wo der eigentliche Kampf zwischen Polar- und Aequatorialstrom stattfand, und es charakterisirt sich hier noch schärfer jenes constante barometrische Minimum zwischen Putbus und Regenwalde, welches gleichmäfsig durch die ganze Beobachtungszeit sich hindurchzieht und auch in den Thermometerständen, nur weniger ausgeprägt, hervortritt.

Der kräftige Aequatorialstrom vom 1. November Abends bis 3. Abends, der Zeit nach von Westen nach Osten fortschreitend, ist in den niedrigen Barometerständen und gleichzeitigen höheren Temperaturen ausgedrückt. Die leisen Angriffe des Polarstromes am 4. November werden am 5. und 6. November vom Aequatorialstrom noch zurückgewiesen, wie das Fallen des Barometers und Steigen des Thermometers anzeigt, dann aber beginnt er mit gröfserer Kraft einzusetzen. Vom 6. November bis gegen den 10. November zeigen sich dann und wann auf der Höhe von Danzig, Cöslin, Stettin und Lübeck vereinzelt die Nordwestwinde, das Barometer steigt in Folge der vordringenden kalten Luft, welche aber keine Geschwindigkeit annehmen kann, da ihr Weg vom Aequatorialstrom versperrt ist, aber das Thermometer beginnt regelmäfsig durch die kalte Luft zu fallen. So kommt der 10. November heran und mit ihm der auftretende NO.-Wind mit fallendem Thermometer, aber auch, ganz abnorm, mit fallendem Barometer. Letztere Abnormität spricht deutlich aus, dafs die kalte Luft nur in einer schwachen Schicht über dem Ostseegebiet zur Herrschaft gelangte, dafs aber in den oberen Luftschichten der Aequatorialstrom noch in aller Kraft dominirte. Am 12. November war in den unteren Schichten in Folge der immer stärkeren Zurückweisung des Aequatorialstromes Gang in den NO.-Wind gekommen, er trat als Sturm auf, die Temperatur fiel constant, aber die Kraft des Aequatorialstromes war durch den starken Andrang erhöht, das seitliche Abfliefsen der kalten Luft an der Nordwestseite des Aequatorialstromes liefs Letzteren wieder zur Geltung kommen und hierdurch sprang er in der Nacht des 12. zum 13. November zurück, liefs sich vom Polarstrom nicht durchbrechen, sondern lenkte die Bahn des Letzteren nach Osten ab. Die Beschränkung des Profiles des Polarstromes an seiner Grenze mit dem Aequatorialstrom zwischen Regenwalde und Kiel, die unveränderte Lage des particllen barometrischen Minimums auf der Höhe von Putbus, steigerte den Ersteren zum Orkan. Er nahm Besitz vom Ostseegebiet, wurde durch Osten nach Südosten mit steigender Temperatur gedrängt und mufste schliefslich am 19. und 20. November dem Aequatorialstrom wieder das Feld ganz räumen. Der Aequatorialstrom hatte damit den Kampfplatz behauptet und der intensive Angriff des Polarstromes war unter Ausbruch eines eminenten Orkanes abgeschlagen.

Die Flächenbilder auf Blatt K geben damit eine Uebersicht des localen Kampfes über dem Ostseegebiet, ohne die agirenden Kräfte an ihren Quellen erkennen zu lassen, während im Früheren die ganze Erscheinung sich auf dem gesammten europäischen Terrain darstellt. Es erhellt daraus, dafs eine Verfolgung der Symptome an den Instrumenten auf den Ostseestationen in der Linie des beginnenden Kampfes keineswegs eine genügende Uebersicht giebt, dafs namentlich der Vergleich der Abweichungen von den mittleren Barometer- und Thermometerständen selbige weniger die kommenden Ereignisse vorhersehen läfst, dafs vielmehr ein Eingehen auf die absoluten Werthe des Luftdruckes und der Temperatur in weiten Gebieten nöthig ist, um das Gefechtsfeld der Gegner voll zu übersehen und damit einer Prognose eine richtige Basis zu geben.

III. Die Fluthbewegung auf dem Gebiete der Ostsee bei der Sturmfluth vom 12. 13. November 1872.

A. Die thatsächlichen Verhältnisse der Wasserstände der Strömung und des Salzgehaltes der Ostsee.

1. Wasserstände.

Die bisher erörterten Erscheinungen in dem Gebiet der Atmosphäre, welche die Sturmfluth im Gefolge zeigten, werden nunmehr in ihren Wirkungen auf die Wasserfläche zur Beurtheilung kommen und wird es dabei nöthig, zuvörderst Einiges über das vorhandene Material und dessen Benutzung mitzutheilen. Das hier verwerthete Material ist durchgehends den auf den Pegelstationen von Lootsen- oder Hafenbeamten gemachten Beobachtungen entnommen. Diese letzteren beziehen sich auf die an den Pegeln abgelesenen absoluten Wasserstände, die Richtung des Stromes, die Richtung des Windes, die Stärke desselben und einige Witterungsnotizen. Ferner sind der eingehenden Denkschrift der Schleswiger Regierung, bearbeitet durch den früheren Bauinspector Bargum, für diesen Theil fernerweit Notizen über Salzgehalt und specifisches Gewicht des Ostseewassers entnommen.

Das Beobachtungsgebiet in der Ostsee erstreckt sich von Aarösund bis Memel, die Zeit der zur Verwendung gekommenen Beobachtungen vom 6. bis incl. 20. November 1872, da die Erscheinungen vom 6. November bis 9. November in dem Auftreten der Sturmfluth von solcher Bedeutung und auch von entschiedenem Gewicht sind.

Die Nullpunkte der Pegel liegen in ganz verschiedenen Höhen und da die Höhenlage derselben zu einander amtlich noch nicht von allen festgestellt ist, so mufsten sämmtliche

Digitized by Google

an den Pegeln abgelesenen, absoluten Wasserstände auf das Niveau des Mittelwassers der Ostsee reducirt werden, um sie zu einander in Relation zu bringen. Als Niveau sind die Mittelwasserstände der Stationen angenommen worden, wobei die in den letzten Jahren erst eingerichteten Pegelstationen in der Provinz Schleswig-Holstein die geringste Zeitperiode für Feststellung derselben besitzen. Es hat dabei, soweit thunlich, ein Vergleich dieser Mittelwasserstände mit den vom Büreau der Landestriangulation vorgenommenen Nivellements an der Ostseeküste unter Anschlufs an einige Seepegel gezeigt, dafs man ohne wesentlichen Fehler die an den Pegeln beobachteten Mittelwasserstände als mit dem gefällmäfsigen Niveau der Ostsee zusammenfallend, für Beleuchtung der Sturmfluth betrachten kann, indem hierbei höchstens Fehler bis zu circa 1 Decimeter eingetreten sein können, eine Fehlergrenze, die bei einem so bedeutenden Wasserwechsel, wie er hier stattgefunden, jedenfalls das zu schaffende Bild nicht wesentlich trübt.

Fraglich bleibt hierbei mehr, ob die Wasserstände an der Küste mit denen in offener See in Harmonie stehen, da die Beobachtungen doch nur alle an der Küste liegen. Indefs auch hierin werden grofse Unterschiede nicht vorausgesetzt, vielmehr wird angenommen werden dürfen, dafs die Wasserwechsel in offener See mit denen am Strande sich in ähnlichen Linien bewegen werden. Vergleiche, welche in dieser Hinsicht früher zwischen zwei Pegeln, einer zu Thiessow auf Mönchgut, der andere an der Ostseite der Insel Greifswalder Oie, 2 Meilen in See, angestellt wurden, haben Unterschiede, denen ein besonderer Werth beizulegen wäre, nicht erkennen lassen und es bedarf nur eines Vergleiches der rechts auf Blatt M gegebenen Profile der Wasserstände zwischen Thiessow und Greifswalder Oie, um dies bestätigt zu finden. Leider wurde der Pegel auf Greifswalder Oie am 13. Abends von der See weggeschlagen und damit die weitere Beobachtung unmöglich.

Die reducirten Wasserstände oder die Schwankung der an den Pegeln beobachteten absoluten Wasserstände um die Höhe des Mittelwasserstandes, sowie die zu denselben Zeiten und an denselben Orten beobachteten Windrichtungen — nach der 16theiligen Windrose und die Intensität des Windes in 5 Abstufungen — wie im I. Abschnitte — sind von den aus dem Kopfe des Schemas ersichtlichen Stationen in den auf Seite 177 bis 186 nachfolgenden Tabellen IV bis VIII zusammengestellt.

Auf Grund dieser Tabellen sind graphische Profil-Darstellungen des Wasserstandes und der Windintensität der einzelnen Stationen auf Blatt L, M und N(a) gezeichnet worden, deren Darstellung auch ohne weitere Erläuterung jedem Techniker klar sein wird. Die Entfernung der Horizontalen von einander beträgt $0,_5$ Meter für den Wasserstand und bedeutet zugleich eine Einheit für die Windintensität. Die Windrichtung ist wieder durch Pfeile — Norden oben gedacht — ausgedrückt. Diese Profile, welche für die einzelnen Stationen immerhin ihr specielles Interesse haben werden, kommen hierbei nicht besonders zur Betrachtung, sondern dienten blos zur Unterlage eines Gesammtbildes der Windbewegung und des Wasserwechsels über das ganze Gebiet von Aaroe bis Memel, auf welchem mit einem Blicke der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Stationen leichter zu übersehen ist. Durch Verbindung der aus den Beobachtungen, welche die vorbezeichneten Tabellen nachweisen, gefundenen Profilpunkte mittelst gleichmäfsiger Curven erwuchs die Möglichkeit, alle nicht beobachteten Zeiten zu interpoliren und so das Material für die Gesammtübersichten der graphischen Darstellungen auf Blatt N(b) zu gewinnen.

Aus diesen einzelnen Profilen sind die beiden Flächenbilder auf Blatt N(b) über die Wind- und über die Wasserbewegung in der Zeit vom 6. bis incl. 20. November hervorgegangen, indem an den bezüglichen Zeiten der verschiedenen Stationen die Höhe des Wasserstandes über oder unter Mittelwasser markirt und deren Horizontalcurven gezeichnet wurden, welche zu einer gleichen Wasserstandshöhe in Abstufungen von je $0,_5$ Meter gehören. Auf diese Weise läfst sich die Schwankung des Spiegels der Ostsee an den Strandstrecken der Beobachtungsstationen über das ganze Gebiet von der preufsisch-dänischen bis zur preufsisch-russischen Grenze mit einem Blick übersehen. Um diesen Ueberblick zu erleichtern, sind die niedrigsten Wasserstände dunkel abgetönt, die höchsten Wasserstände dagegen hell gehalten.

In gleicher Form wurde auf Tafel N(b) für die bezüglichen Zeiten der gewählten Stationen die Richtung und die Intensität des Windes markirt, wobei allerdings zur Erhaltung der Klarheit die Winde nur nach ihren 4 Quadranten eingetragen sind. Um die Intensität hervorzuheben, ist dieselbe nach den Beobachtungsgebieten umgrenzt und nun durch eine Schraffirung und zwar für die Westseite der Windrose in gerissener, für die Ostseite der Windrose in scharf ausgezogener Schraffur der Unterschied der beiden Hauptbewegungen charakterisirt, welche noch durch eine dichtere, resp. weitere Schraffirung die gröfsere oder geringere Intensität hervorhebt.

Anschliefsend an Blatt N(b) zeigt sich, wenn man der Zeit folgt, vor Allem der, zwischen dem 6./7. November Mittags und bis zum Morgen des 9. November, 24 resp. 48 Stunden anhaltende Sturm aus der Westseite der Windrose. Da dieser für die Entwickelung der Sturmfluth von grofser Bedeutung geworden ist, so mag gleich hier in Beziehung auf die Gröfse seines Gebietes bemerkt werden, dafs dieser Weststurm nach den Mittheilungen von v. Boguslawski von den Schottischen Küsten über die Nordsee, über Schleswig-Holstein und über das grofse Becken der Ostsee sich erstreckte. Was die Vorgänge dieses Sturmes anbelangt, so trat derselbe nach der graphischen Darstellung auf Blatt K schon einmal am 2. Morgens in Lübeck auf, zog sich auf der Ostsee entlang und markirte sich am 4. Morgens in Königsberg. Die allgemeine Windrichtung vom 1. bis 10. resp. partiell selbst 11. November war die aus dem südwestlichen Quadranten.

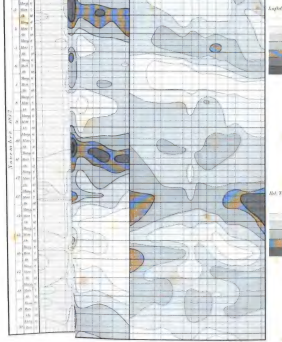
Den verhängnifsvollen Nord-Ost findet man zuerst am 10. Mittags vom Wittower Posthaus bis Stolp signalisirt, dann am 11. Mittags bis Neufahrwasser und in Memel und endlich am 12. Morgens auch in Pillau, also in der ganzen Ausdehnung des Beobachtungsgebietes. Am 12. Mittags zeigt sich der inzwischen immer stärker gewordene NO.-Wind auf der ganzen Linie, nur mit Ausnahme von Ellerbeck, als stürmischer Wind resp. Sturm; die Zunahme in der Stärke war also eine gleichzeitige bis zur Holsteinischen Küste. Der Orkan dagegen, welcher kurz nach Mitternacht zwischen dem 12. und 13. November in Colberg seinen Anfang nahm, ragt wie eine Insel aus dem Sturmmeere, mit der Zeit den Raum

Digitized by Google

Graphische Darstellung

en Luftdrucks | der relativen Temperatur

n meteorologischen Stationen in der Nähe der pyrenäischen Meeres Küsten.



Digitized by Google

Digitized by Google

Tabelle IV.

Gebiet			Ostsee																		
Pegel-Stationen			Aarosund.			Sonderburg.			Flensburg.			Ellerbeck.			Fehmarnsund.			Neustadt.		
Mittelwasser			+ 2,00 m			+ 1,88 m			+ 2,00 m			+ 0,006 m			+ 1,97 m			+ 2,05 m		
Tage im Novbr.	Stunde	Tageszeit	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke
6	12	Mitt.	+ 0,36	SW	2	+ 0,10	WSW	2	+ 0,00	SW	1	..	SW	..	+ 0,02	WSW	1	- 0,02	WSW	2
7	12	Mitt	- 0,64	WNW	4	- 0,74	WSW	4	- 0,84	SW	4	....	SW	...	- 0,67	W	4	- 0,85	W	4
8	12	Mitt.	+ 0,10	WNW	2	- 0,06	WNW	2	0,14	WSW	2	...	SW	...	0,07	WSW	2	0,28	W	2
9	12	Mitt.	+ 0,03	SW	1	- 0,04	WNW	2	+ 0,06	SW	1	...	SW	....	- 0,05	W	1	- 0,01	NW	1
10	12	Mitt.	+ 0,32	SSO	1	+ 0,26	WNW	0	+ 0,30	SW	0	..	SSW	.	+ 0,33	SW	0	+ 0,41	NO	1
11	12	Mitt.	+ 0,48	NO	1	+ 0,44	NO	1	+ 0,46	NO	1	...	NO	....	+ 0,41	NO	1	+ 0,38	NO	1
	4	Nachmitt.																		
	8	Abd.																		
	6	Morg.	....	...	...	....	....	...		.	....	+ 1,15	NO	2						
	7	Morg.																		
	12	Mitt.	+ 1,00	NO	4	+ 1,08	NO	2	+ 1,30	NO	4	+ 1,26	NO	2	+ 1,03	NO	4	+ 1,25	NO	4
	3	Nachmitt.	....	...	....	....	...	...	...	...	....	+ 1,33	NO	2						
12	4	Nachmitt.	...	...	....	+ 1,32														
	5	Nachmitt.																		
	6	Abd.	...	...	.	+ 1,52	..	..	..	...	....	+ 1,44	NO	2						
	8	Abd.	...	...	...	+ 1,62														
	12	Nachts	.	.	...	....	...	..	..	..	....	+ 1,73	-	2						
	4	Morg.	...	...	...	+ 1,62														
	6	Morg.	...	...	.	...	...	...	...	..	..	+ 2,01	NO	3						
	7	Morg.	...	....	..	....	...	..	....	...	..	+ 2,15	NO	3						
	8	Morg.	...	...	....	+ 1,90	...	..	....	...	..	+ 2,33	NO	3						
	9	Morg.	...	...	....	...	....	...	...	..	..	+ 2,51	NO	3–5						
	10	Morg.	...	...	.	...	...	....	...	...	....	+ 2,72	NO	4						
	11	Mitt.	...	...	.	...	...	...	...	...	....	+ 2,86	NO	4						
	12	Mitt.	+ 2,00	OSO	4	+ 2,59	NO	4	...	...	...	+ 2,98	NO	3						
	2	Nachmitt.	...	...	...	...	....	..	...	...	...	+ 3,14	ONO	3						
13	2½	Nachmitt.	...	...	...	...	....	..	...	....	....	...	...	...	....	....	...	+ 2,95	O	5
	3	Nachmitt.	...	...	...	...	...	..	...	...	...	+ 3,17	O	3	+ 2,89	ONO	5			
	3½	Nachmitt.	...	...	.	...	...	..	...	...	....	+ 3,17	O	2						
	4	Nachmitt	...	...	..	+ 3,10	...	..	...	...	...	+ 3,09	O	2						
	4½	Nachmitt.	...	...	...	+ 3,20	...	..	+ 3,21	NO	4									
	5	Nachmitt.	...	....	..	...	...	.	...	...	...	+ 3,06	O	2						
	5½	Nachmitt.	+ 3,50																	
	6	Abd.	....	...	..	...	..	..	...	...	..	+ 2,95	O	2						
	8	Abd.	...	...	...	+ 2,72	..	..	...	...	....	+ 2,80	O	2						
	12	Nachts	...	...	...	+ 2,20	..	..	..	..	....	+ 1,99	O	1						
	4	Morg.	..		..	.	.	.			.	+ 1,05	O	1						
	8	Morg.																		
14	12	Mitt.	+ 0,12	O	1	+ 0,13	OSO	1	+ 0,16	OSO	1	+ 0,16	OSO	1	+ 0,05	O	1	+ 0,41	OSO	5
	2	Nachmitt.																		
	4	Nachmitt.																		
	6	Abd.	..	..	..	...	...	....	...	...	...	+ 0,11	O	1						
15	12	Mitt.	+ 0,48	ONO	1	+ 0,38	SO	1	+ 0,06	NO	1	.	O	.	+ 0,07	O	1	+ 0,45	SO	1
16	12	Mitt	+ 0,00	SO	1	- 0,10	SO	1	- 0,34	OSO	1	.	SO	..	- 0,17	SO	1	- 0,07	SO	1
17	12	Mitt.	+ 0,10	ONO	1	+ 0,16	NNO	0	+ 0,14	NNO	1	..	W	..	+ 0,19	W	1	+ 0,11	—	0
18	12	Mitt.	+ 0,08	OSO	2	+ 0,02	SO	1	+ 0,02	SO	1	..	OSO	..	- 0,03	S	1	- 0,07	SSO	1
19	12	Mitt.	+ 0,30	OSO	2	+ 0,21	SO	1	+ 0,20	SO	2	...	SO	....	+ 0,01	SO	2	+ 0,11	OSO	2
20	12	Mitt	- 0,00	SSW	1	- 0,10	SSO	1	- 0,12	S	1	..	WSW	...	- 0,19	SW	1	- 0,15	SW	2

durchmessend, hervor und verschwindet zwischen Ellerbeck und Sonderburg wieder am 13. Vormittags, in Fehmarnsund noch bis zum Nachmittage anhaltend.

Die Abnahme des Sturmes zum starken resp. mäfsigen Winde erfolgt wieder fast zu gleicher Zeit am 13. Nachmittags auf der ganzen Linie, in Swinemünde bis gegen 8 Uhr in der Stärke anhaltend. Die Grenze zwischen der normal eintretenden Winddrehung aus dem NO.-Quadranten in den SO.-Quadranten bildet mit Rücksicht auf die Zeit eine sehr unregelmäfsige Linie. Zuerst trifft man den SO. in Neufahrwasser und zwar am 13. Abends, dann gleichmäfsig an der Küste fortschreitend bis zum 14. Morgens im Wittower Post-

Tabelle V.

Gebiet			Ostsee																		
Pegel-Stationen			Travemünde.			Barth.			Barhöft.			Wittower Posthaus.			Stralsund.			Wiek bei Greifswald.		
Mittelwasser			+ 5,20 m			+ 1,25 m			+ 1,18 m			+ 1,16 m			+ 1,18 m			+ 1,26 m		
Tage im Novbr.	Stunde	Tageszeit	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke
6	12	Mitt.	− 0,05	WSW	....	+ 0,40	WSW	2	− 0,06	SSW	1	+ 0,04	WSW	1	+ 0,02	W	1	+ 0,06	WSW	1
7	12	Mitt.	− 0,85	W	...	+ 0,29	W	3	− 1,18	W	2	− 0,58	W	4	− 0,42	W	2	− 0,63	W	4
8	12	Mitt.	− 0,39	WSW	....	+ 0,24	SW	2	0,32	W	2	0,14	W	4	0,34	W	2	0,27	WSW	2
9	12	Mitt.	− 0,05	WSW	...	+ 0,24	W	1	− 0,04	W	1	+ 0,07	W	1	− 0,04	W	1	+ 0,04	WSW	1
10	12	Mitt.	+ 0,15	SW	....	+ 0,40	S	1	+ 0,12	SW	0	+ 0,25	NO	1	+ 0,20	WSW	1	+ 0,21	SO	1
	12	Mitt.	+ 0,30	O	....	+ 0,63	NO	2	+ 0,28	NO	2	+ 0,31	NO	2	+ 0,40	NNO	1	+ 0,44	O	1
11	4	Nachmitt.	....	..	...	...	...	...	....	...	....	+ 0,39								
	8	Abd.																		
	6	Morg.																		
	7	Morg.	....	....	....	...	...	...	....	....	....	+ 0,63	ONO	4						
	12	Mitt.	+ 1,25	ONO	....	+ 1,05	ONO	3	+ 1,32	NO	4	+ 0,78	ONO	4	....	ONO	4	+ 0,18	ONO	4
	3	Nachmitt.																		
12	4	Nachmitt.																		
	5	Nachmitt.	....	....		...	...	....	...	....	....	+ 1,02	ONO	4						
	6	Abd.																		
	8	Abd.	....			....	...	....	...	...	...	..	...		+ 1,51					
	12	Nachts	....	...		....	...	....	+ 1,62	NO	5	...	...		...	ONO	5	11h + 1,62	ONO	4
	4	Morg.	..	..		...	...	....	...	..	....	..	..		...	....	....	+ 1,58	ONO	4
	6	Morg.													7h 20m					
	7	Morg.	....	..		+ 1,89	....	....	+ 1,94	NO	5	..			+ 2,35					
	8	Morg.	....	....		....	....	....	.	.	.	+ 1,85	ONO	5						
	9	Morg.																+ 2,64	ONO	4
	10	Morg.	....	..		...	...	....	...	...	...	+ 2,12	ONO	5	10h 30m + 2,46	ONO	4	+ 2,66	ONO	4
	11	Mitt.	....	..		+ 2,83	NO	4	+ 2,92	NO	5	+ 2,27	ONO	4						
	12	Mitt.	....	....		....	...	...	....	...	...	..	..		....	....	....	+ 1,86	O	4
	2	Nachmitt.	+ 3,32	NO		...	..	...	+ 2,92	NO	5									
	2½	Nachmitt.																		
13	3	Nachmitt.																		
	3½	Nachmitt.																		
	4	Nachmitt.																		
	4½	Nachmitt.																		
	5	Nachmitt.																		
	5½	Nachmitt.																		
	6	Abd.	....	...		...	...		+ 1,32	NO	5									
	8	Abd.																		
	12	Nachts		.	....	....	...	..	+ 0,12	NO	5									
	4	Morg.																		
	8	Morg.	..	..		..	..	..	..	..	....	+ 0,47	SO	1						
14	12	Mitt.	+ 0,35	OSO	....	+ 2,55	O	2	+ 0,31	SO	2	+ 0,22	SO	1	+ 0,16	SO	2	+ 0,78	SO	1
	2	Nachmitt.	..	..	..	....	....		....	..		+ 0,18	SO	1						
	4	Nachmitt.																		
	6	Abd.																		
15	12	Mitt.	+ 0,45	OSO	..	+ 1,55	OSO	2	+ 0,84	SSO	2	+ 0,53	SO	1	+ 0,56	SO	2	+ 0,31	SO	1
16	12	Mitt.	+ 0,30	OSO	..	+ 1,39	SO	2	+ 0,02	SW	1	+ 0,07	SSO	1	+ 0,02	SSW	1	+ 0,10	SO	1
17	12	Mitt.	+ 0,12	NW	...	+ 1,25	OSO	1	+ 0,10	SO	2	+ 0,31	SO	1	+ 0,18	SO	2	+ 0,16	SO	1
18	12	Mitt.	0,15	SSO	..	+ 1,16	SO	1	+ 0,02	SO	1	+ 0,09	S	1	− 0,10	S	1	+ 0,13	SSO	1
19	12	Mitt.	+ 0,10	SO	..	+ 1,02	OSO	1	− 0,06	SO	1	+ 0,07	SO	1	+ 0,02	SO	1	+ 0,05	SW	1
20	12	Mitt.	0,20	WSW	..	+ 0,95	S	1	− 0,11	SO	1	0,14	S	1	0,08	SW	1	− 0,16	SW	1

haus, dann auch am 15. Nachmittags nach Osten hin Terrain gewinnend und endlich am 15. Abends auf der ganzen Beobachtungslinie als alleinigen Beherrscher des Gebiets.

Während der Zeit vom 14. bis zum 20. November trat zeitweilig der Wind des SW.-Quadranten wieder auf, um abwechselnd dem SO. Platz zu machen, bis der Südwest-Wind vom 18. bis 20. fast auf der ganzen Linie im Ostseegebiet wieder Besitz ergriffen hatte.

Fafst man nun die graphische Darstellung der Wasserbewegung der Ostsee vor, während und nach der Sturmfluth, vergleichend mit der Windbewegung in's Auge, so wird die

Digitized by Google

Tabelle VI.

Gebiet			Ostsee														
Pegel-Stationen			Thiesow.			Swinemünde.			Dievenow.			Colbergermünde.			Rügenwaldermünde.		
Mittelwasser			+ 1,26 m			+ 7,06 m			+ 2,04 m			+ 1,52 m			+ 1,09 m		
Tag im Novbr.	Stunde	Tageszeit	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke
6	12	Mitt.	+ 0,15	W	1	— 0,05	W	1	— 0,02	W	1	+ 0,10	W	1	+ 0,06	W	1
7	12	Mitt.	— 0,55	W	2	— 0,63	W	4	0,16	W	4	0,00	W	2	— 0,30	W	3
8	12	Mitt.	— 0,11	WSW	2	— 0,26	WSW	3	— 0,06	W	2	0,03	W	1	+ 0,06	W	3
9	12	Mitt.	+ 0,21	WSW	1	0,03	W	1	+ 0,02	W	1	— 0,06	S	1	+ 0,17	W	2
10	12	Mitt.	+ 0,36	NO	1	+ 0,10	ONO	1	+ 0,06	SO	1	+ 0,28	SO	1	+ 0,24	SO	1
11	12	Mitt.	+ 0,47	O	1	+ 0,26	NO	1	+ 0,24	NO	1	+ 0,36	O	1	+ 0,37	NO	2
	4	Nachmitt.															
	8	Abd.		....	....	+ 0,31	SO	1									
	6	Morg.															
	7	Morg.	....	..	....	+ 0,63	ONO	4									
	12	Mitt.	+ 0,09	ONO	4	+ 0,65	ONO	4	+ 0,44	NO	4	+ 0,68	ONO	4	+ 0,61	ONO	3
	3	Nachmitt.															
12	4	Nachmitt.															
	5	Nachmitt.	..	...	...	....	....	....	..	..	...	+ 0,88					
	6	Abd.															
	8	Abd.	..	..	....	+ 0,94	ONO	4									
	12	Nachts	...	....	...	....	....	...	....	...	....	...	ONO	5			
	4	Morg.															
	6	Morg															
	7	Morg	..	...	...	+ 1,41	ONO	5	...	...	...	+ 1,22					
	8	Morg.															
	9	Morg.	+ 2,19	ONO	5			...		....	....	....	ONO	5			
	10	Morg.															
	11	Mitt.															
	12	Mitt.	+ 2,19	ONO	5	+ 1,26	O	4	+ 0,84	ONO	5	+ 0,88	ONO	4	+ 0,95	O	4
	2	Nachmitt.															
13	2½	Nachmitt.															
	3	Nachmitt.															
	3½	Nachmitt.															
	4	Nachmitt.															
	4½	Nachmitt.															
	5	Nachmitt															
	5½	Nachmitt.															
	6	Abd.	+ 0,62	O	4												
	8	Abd	....	...	...	+ 1,04	O	4									
	12	Nachts															
		Morg															
	8	Morg	....	...	..	+ 0,42	OSO	1									
	12	Mitt.	+ 0,21	OSO	1	+ 0,21	SO	1	+ 0,48	OSO	1	— 0,03	S	1	+ 0,17	SSO	1
	2	Nachmitt.															
	4	Nachmitt.															
	6	Abd.	....			+ 0,02	OSO	1									
15	12	Mitt.	+ 0,21	SO	2	+ 0,10	SO	1	+ 0,40	OSO	2	— 0,19	W	1	+ 0,17	SO	3
16	12	Mitt.	+ 0,07	SO	1	— 0,05	SW	1	+ 0,24	OSO	1	+ 0,05	S	1	— 0,02	SW	1
17	12	Mitt.	+ 0,23	O	1	+ 0,02	SO	1	+ 0,26	SO	1	— 0,11	W	1	+ 0,06	SO	2
18	12	Mitt.	+ 0,07	SSO	1	— 0,18	SSW	1	+ 0,20	SSW	1	— 0,03	SSO	1	— 0,16	S	1
19	12	Mitt.	+ 0,07	SO	1	— 0,13	SSO	1	+ 0,06	OSO	1	— 0,13	S	1	— 0,07	SO	1
20	12	Mitt.	— 0,60	S	1	— 0,24	SSO	1	+ 0,00	S	2	— 0,16	SSO	1	— 0,15	SW	1

Uebersicht des Zusammenhanges leicht ermöglicht, wenngleich dabei nicht aufser Acht zu lassen ist, dafs das Beobachtungsmaterial über die Wasserstände nur für die Zeit vom 11. November bis 14. November am Tage öfter gesammelt, dagegen vor und nach dieser Zeit nur den bestehenden Bestimmungen gemäfs in der Mittagsstunde aufgenommen worden ist, so dafs für diese letzteren Zeiten die Zwischenglieder in der Beobachtung fehlen.

Der Vergleich zeigt in erster Reihe die Wirkung des vom 7. bis incl. 8. November herrschenden West-Sturmes. Man sieht, dafs der am Abend des 6. den Mittelwasserstand fallend erreichte Wasserspiegel auf der ganzen Linie von

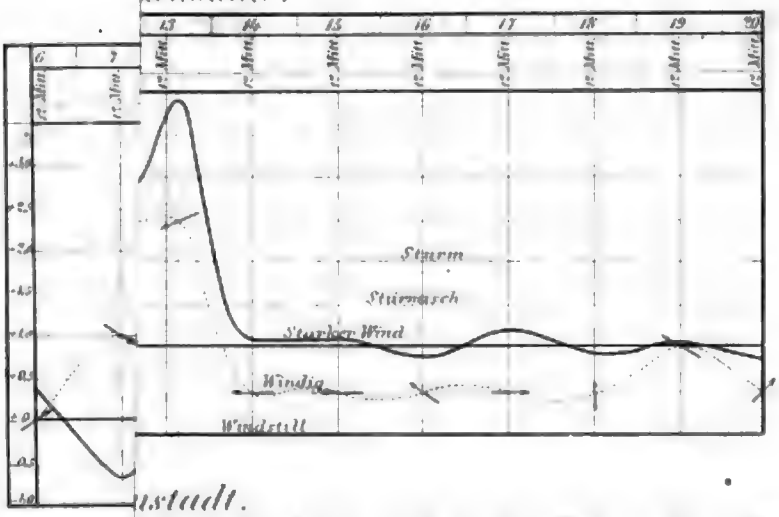
Tabelle VII.

Gebiet			Ostsee												Peene					
Pegel-Stationen			Stolpmünde.			Neufahrwasser bei Danzig.			Pillau.			Memel.			Wolgast.			Anclam.		
Mittelwasser			+ 0,71 m			+ 3,53 m			+ 2,41 m			+ 0,47 m			+ 1,26 m			+ 2,04 m		
Tage im Novbr.	Stunde	Tageszeit	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke
6	12	Mitt	+ 0,05	SW	1	+ 0,05	S	1	+ 0,03	SSW	1	+ 0,05	SSO	1	- 0,02	WSW	1	- 0,05	SW	1
7	12	Mitt.	- 0,30	WSW	4	- 0,13	WNW	2	- 0,02	W	3	+ 0,16	WSW	3	- 0,51	W	2	- 0,00	W	1
8	12	Mitt.	- 0,03	WSW	2	+ 0,03	W	2	- 0,01	W	3	+ 0,14	WNW	4	- 0,18	SW	1	- 0,34	W	1
9	12	Mitt.	+ 0,15	WNW	1	+ 0,18	W	1	+ 0,07	WNW	3	+ 0,10	WNW	1	- 0,05	W	1	- 0,31	W	1
10	12	Mitt	+ 0,23	O	1	+ 0,17	SO	1	+ 0,10	SSO	1	+ 0,19	S	1	+ 0,04	W	1	+ 0,03	NW	1
	12	Mitt	+ 0,36	...	...	+ 0,39	NNW	2	+ 0,31	NW	1	+ 0,28	O	1	+ 0,33	NO	1	+ 0,24	NO	1
11	4	Nachmitt.	...	NO	2		NO	1												
	8	Abn	....	...	...	+ 0,37														
	6	Morg.	...	...	...	+ 0,41														
	7	Morg	+ 0,41	...	...		NO	3												
	12	Mitt.	+ 0,38	...	...	+ 0,45	ONO	3	+ 0,29	NO	3	+ 0,03	ONO	3	...	NO	4	+ 0,52	O	4
	3	Nachmitt.																		
12	4	Nachmitt																		
	5	Nachmitt	+ 0,52	ONO	4		ONO	3	...	...	...	...	...	...	+ 0,53					
	6	Abd.	...	...	...	+ 0,49														
	8	Abd																		
	12	Nachts	....	...	...		ONO	3												
	4	Morg																		
	6	Morg	...	...	...	+ 0,47	...	...	...	...	...	...	...	...	+ 1,50					
	7	Morg	+ 0,55	...	...	...	ONO	3												
	8	Morg.																		
	9	Morg	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+ 1,67					
	10	Morg	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+ 1,77					
	11	Mitt																		
	12	Mitt	+ 0,47	...	...	+ 0,23	O	3	+ 0,03	ONO	3	- 0,44	ONO	4	+ 1,62	NO	4	+ 1,13	O	4
	2	Nachmitt.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	+ 1,56					
13	2½	Nachmitt.																		
	3	Nachmitt.																		
	3½	Nachmitt.																		
	4	Nachmitt			...										- 1,25					
	4½	Nachmitt		ONO	4															
	5	Nachmitt.	+ 0,55				OSO	3												
	5½	Nachmitt																		
	6	Abd.				+ 0,23									+ 0,75					
	8	Abd																		
	12	Nachts	...	...	...		O	1												
	4	Morg				+ 0,13														
	8	Morg	+ 0,11				SO	1												
14	12	Mitt	+ 0,18			+ 0,15	SSO	1	+ 0,17	O	2	+ 0,03	OSO	2	+ 0,66	ONO	1	+ 0,81	OSO	1
	2	Nachmitt.																		
	4	Nachmitt.		OSO	1	...	SSO	1												
	6	Abd	+ 0,15	...	...	+ 0,01														
15	12	Mitt	+ 0,10	SO	2	+ 0,01	SO	1	- 0,01	OSO	2	- 0,15	OSO	1	+ 0,52	OSO	1	+ 0,71	OSO	1
16	12	Mitt	- 0,00	NO	1	+ 0,03	S	1	- 0,01	OSO	1	+ 0,03	SO	1	+ 0,35	SO	1	+ 0,58	SO	1
17	12	Mitt	+ 0,02	SO	1	- 0,07	SO	2	- 0,00	O	2	- 0,12	OSO	1	+ 0,27	S	1	+ 0,47	SO	1
18	12	Mitt	- 0,08	SSO	1	- 0,13	S	1	- 0,17	SO	2	- 0,15	SO	1	+ 0,21	SO	1	+ 0,37	S	1
19	12	Mitt	- 0,08	SO	1	- 0,13	S	1	- 0,15	SSW	2	- 0,15	SO	1	+ 0,17	SO	1	+ 0,29	OSO	1
20	12	Mitt	- 0,11	SSW	1	- 0,19	SW	1	- 0,19	S	1	- 0,13	SSO	1	+ 0,08	S	1	+ 0,18	S	1

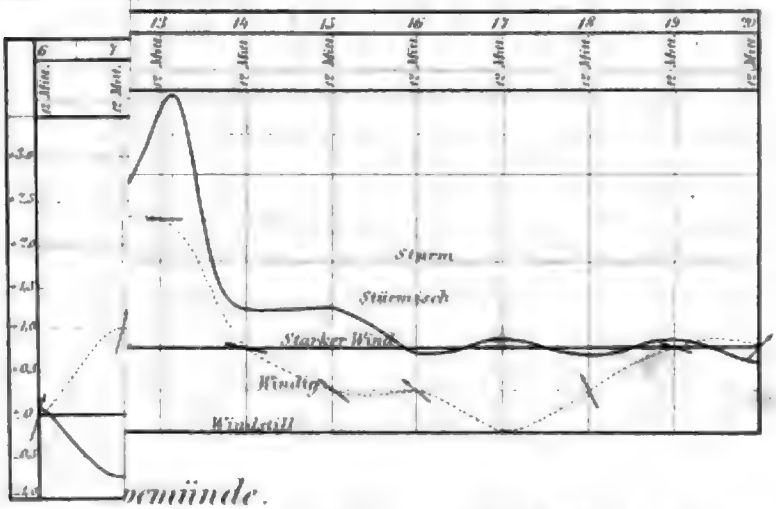
Aarösund bis hinter Pillau nun schnell und bedeutend unter der Einwirkung des Südweststurmes sank. Namentlich war hiervon das grofse Becken des westlichen und südlichsten Theiles der Ostsee betroffen, welches sowohl bezüglich des Angriffes als auch seiner Situation nach dafür am empfindlichsten sein mufste. Von Aarösund bis Swinemünde fiel das Wasser über $0,_5$ Meter unter den Mittelwasserstand. Am 8. Mittags begann das Wasser indefs schon wieder zu steigen, und zwar in Aarösund vermöge des nahen Zusammenhanges mit dem Kattegat, und auf dem östlichen Flügel der Beobachtungslinie von Rügenwalde ab bis zum Mittelwasserstande. Am 9. Abends war derselbe auch in Sonderburg,

Digitized by Google

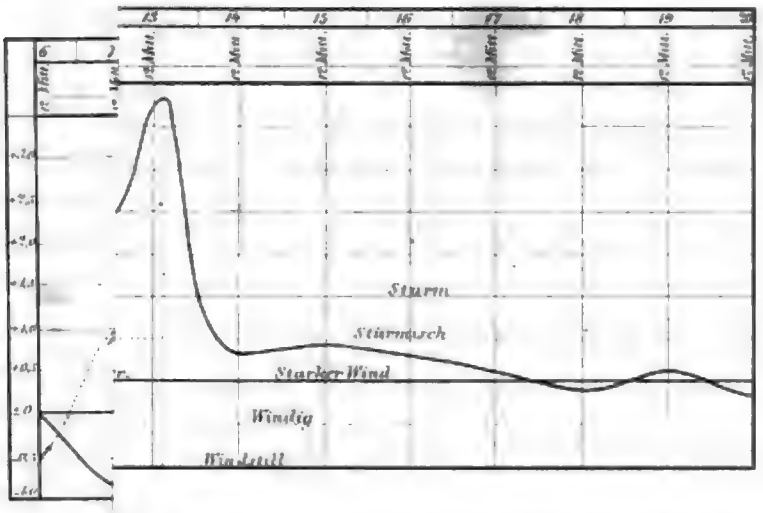
...arnsund.



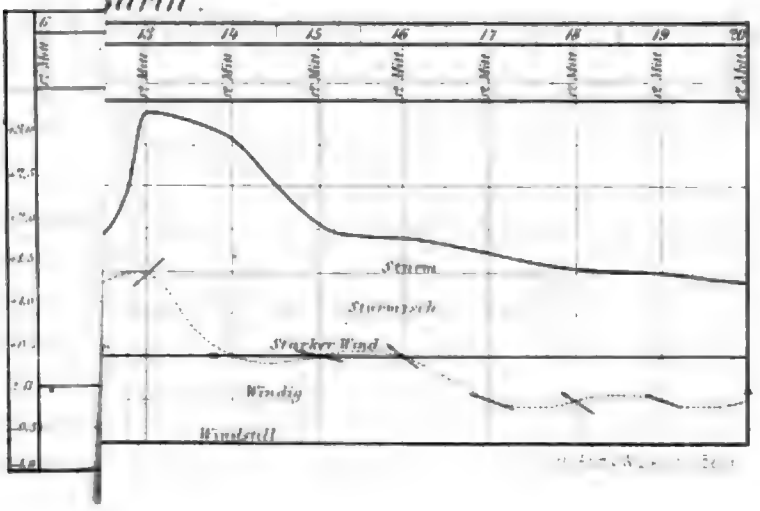
...stadt.



...emünde.



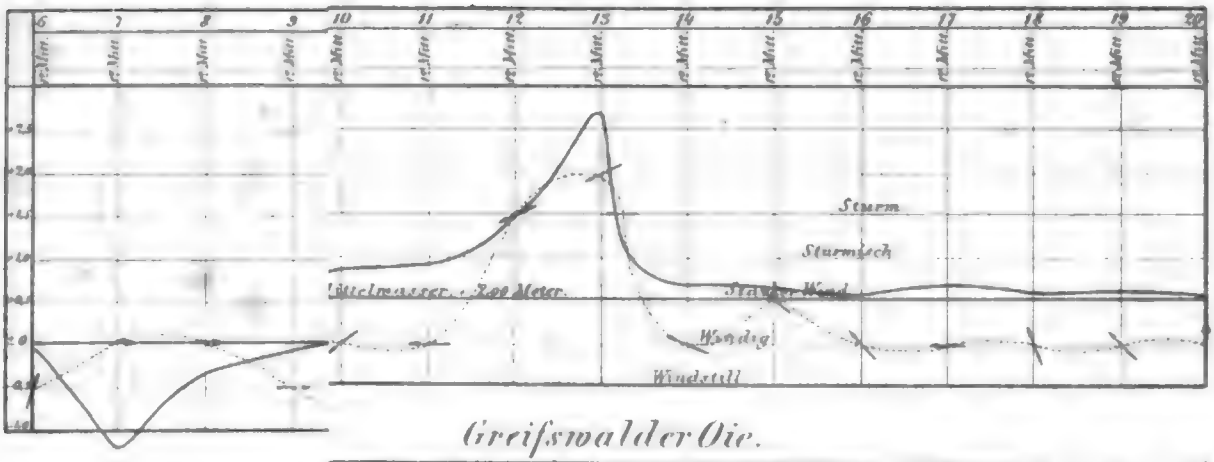
...arth.



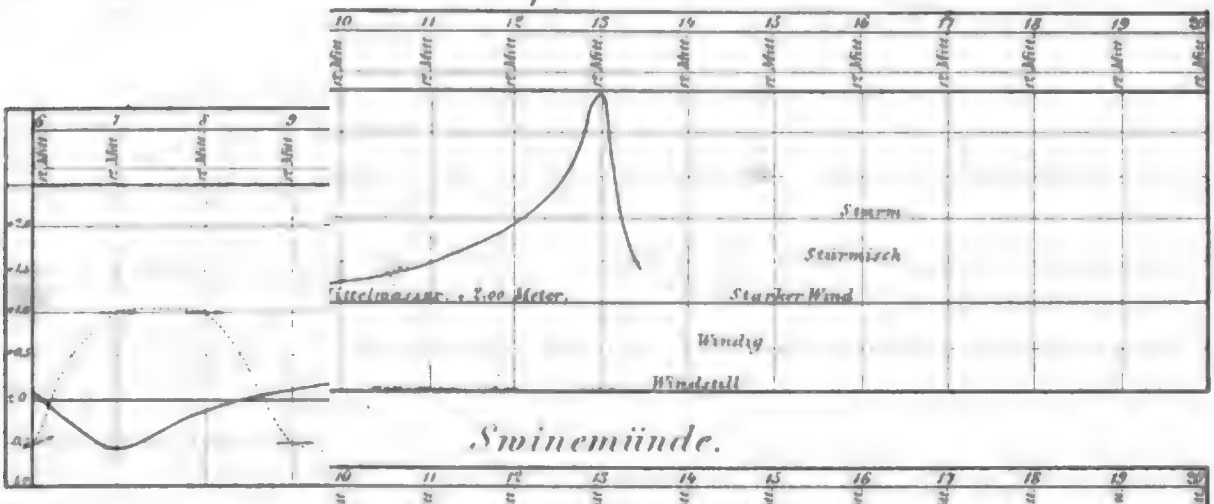
Digitized by Google

Digitized by Google

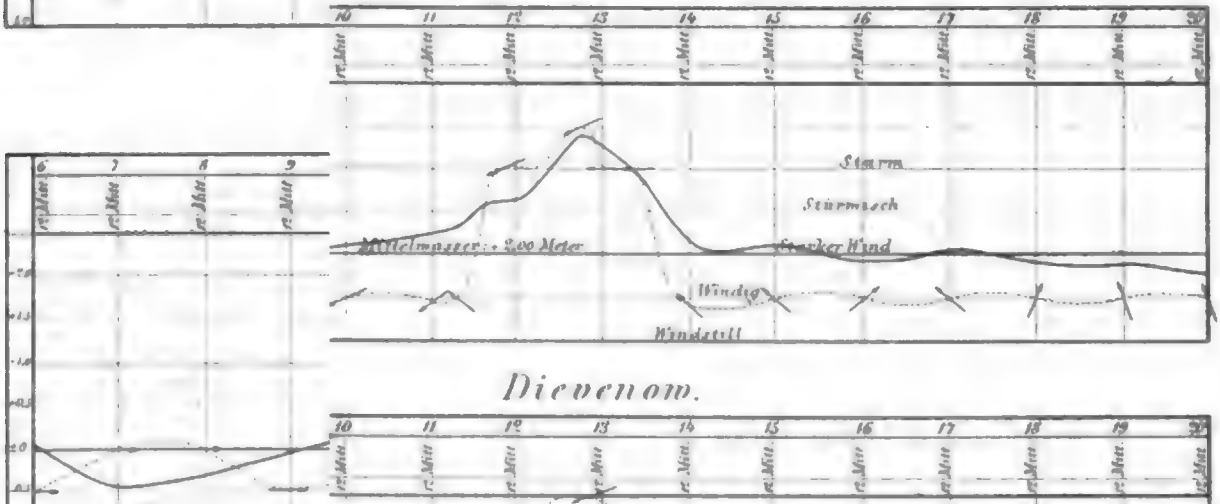
Thiessow.



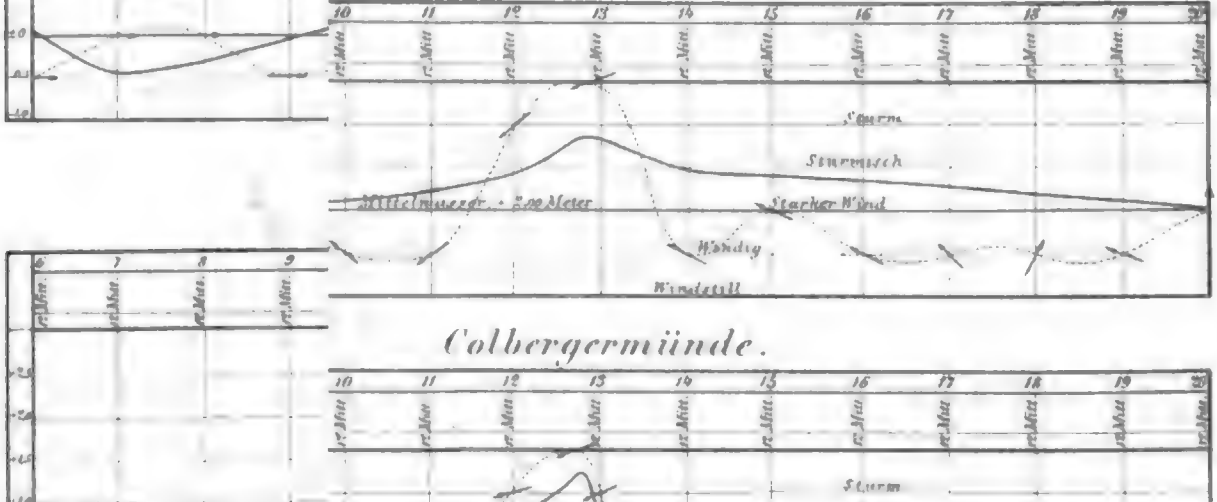
Greifswalder Oie.



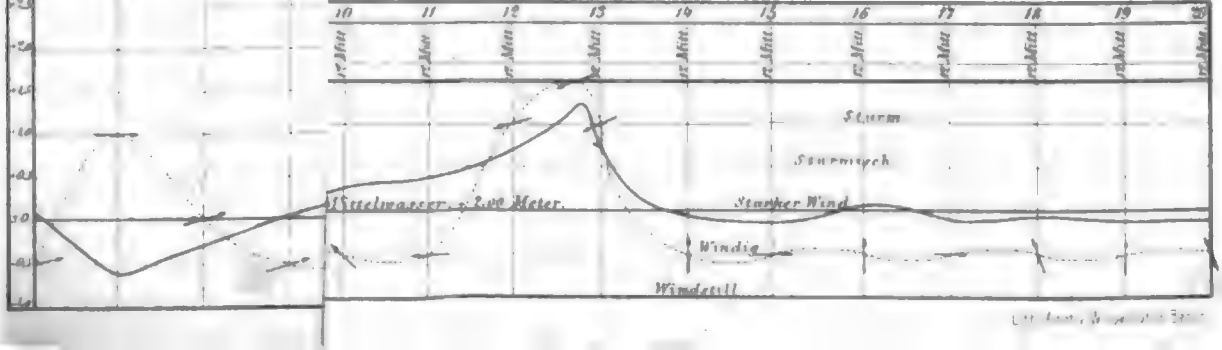
Swinemünde.



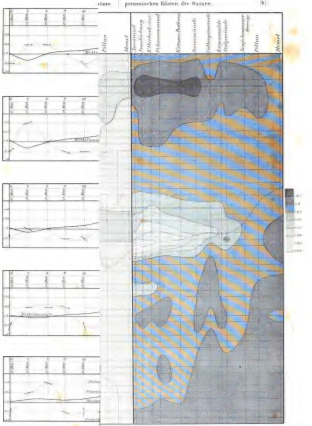
Dievenow.



Colbergermünde.

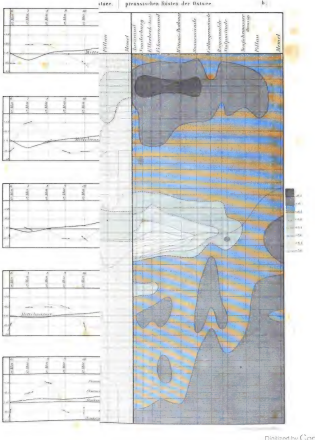


Graphische Darstellung der Wasserbewegung vor den preussischen Küsten der Ostsee. Tafel


Memel
Pillau
Neufahrwasser
Stolpmünde
Rügenwalderm.
Colberg
Swinemünde
Warnemünde
Travemünde
Kiel
Flensburg

Digitized by Google

Graphische Darstellung der Wasserbewegung an den preussischen Küsten der Ostsee.



Digitized by Google

Digitized by Google

Tabelle VIII.

Gebiet			Swine			Dievenow			Haff			Oder		
Pegel-Stationen			Lebbin.			Wollin.			Stepenitz.			Stettin.		
Mittelwasser			+ 0,99 m			+ 1,96 m			+ 0,78 m			+ 0,47 m		
Tage im Novbr.	Stunde	Tageszeit	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke	Abweich. vom Mittelwasser	Windrichtung	Windstärke
6	12	Mitt.	− 0,11	W	1	− 0,12	W	0	− 0,07	NW	1	+ 0,02	W	1
7	12	Mitt.	− 0,13	W	2	− 0,08	W	2	− 0,04	W	1	+ 0,05	WNW	2
8	12	Mitt.	− 0,21	W	2	− 0,16	W	2	− 0,08	W	1	− 0,02	SW	1
9	12	Mitt.	− 0,17	W	2	− 0,18	W	1	− 0,05	SO	1	− 0,06	W	1
10	12	Mitt.	− 0,05	O	0	− 0,12	O	1	+ 0,13	O	1	+ 0,03	O	1
11	12	Mitt.	+ 0,11	N	1	+ 0,06	N	1	+ 0,29	NO	1	+ 0,22	SO	1
	4	Nachmitt.												
	8	Abd.												
	6	Morg.												
	7	Morg.												
	12	Mitt.	+ 0,37	NO	1	+ 0,14	NO	4	+ 0,50	NO	2	+ 0,42	NO	2
	3	Nachmitt.												
12	4	Nachmitt.												
	5	Nachmitt.												
	6	Abd.												
	8	Abd.												
	12	Nachts												
	4	Morg.												
	6	Morg.												
	7	Morg.												
	8	Morg.												
	9	Morg.												
	10	Morg.												
	11	Mitt.												
	12	Mitt.	+ 0,48	NNO	4	+ 0,26	O	4	+ 0,50	NO	4	+ 0,60	O	4
	2	Nachmitt.												
	2½	Nachmitt.												
13	3	Nachmitt.												
	3½	Nachmitt.												
	4	Nachmitt.												
	4½	Nachmitt.												
	5	Nachmitt.												
	5½	Nachmitt.												
	6	Abd.												
	8	Abd.												
	12	Nachts												
	4	Morg.												
	8	Morg.												
14	12	Mitt.	+ 0,65	O	1	+ 0,58	O	1	+ 0,66	NW	1	+ 0,76	O	1
	2	Nachmitt.												
	4	Nachmitt.												
	6	Abd.												
15	12	Mitt.	+ 0,53	O	1	+ 0,42	SO	4	+ 0,53	O	1	+ 0,60	OSO	1
16	12	Mitt.	+ 0,43	O	1	+ 0,40	S	0	+ 0,45	O	1	+ 0,55	O	1
17	12	Mitt.	+ 0,35	O	1	+ 0,26	SO	1	+ 0,31	SO	1	+ 0,39	SO	1
18	12	Mitt.	+ 0,23	O	1	+ 0,22	SSW	1	+ 0,25	SO	1	+ 0,33	SSO	1
19	12	Mitt.	+ 0,13	O	1	+ 0,06	OSO	1	+ 0,13	S	1	+ 0,21	SO	1
20	12	Mitt.	+ 0,06	S	1	+ 0,02	S	1	+ 0,05	SO	1	+ 0,16	SW	1

Ellerbeck und Fehmarnsund erreicht. Das Wasser stieg indefs unaufhörlich weiter, und namentlich im westlichen Theile der Ostsee vom 9. ab schneller als in dem übrigen Theile, was aus Blatt N (b) sich an dem Nähertreten der Horizontalen, also an der Verkürzung der Zeiten erkennen läfst.

Um die Bewegung der Sturmfluth noch specieller verfolgen zu können, sind auf Blatt O zwei abgewickelte Längenprofile der Ostsee von Aarösund bis Memel beigefügt, in welchen das Steigen und Fallen des Wassers nach den verschiedenen wichtigeren Zeitabschnitten dargestellt ist, wobei die im Gefälle liegende Mittelwasserhöhe als horizontal gedacht

Digitized by Google

bei O angenommen ist. In diesem Längenprofil ist das vorher erwähnte Niveau der Ostsee am 7. November Mittags gleichfalls eingetragen und zeigt sich hierbei die Grenze zwischen dem niedrigen Wasserstande der Ostsee im westlichen Becken und dem höheren Wasserstande im nördlichen Becken auf der Höhe von Pillau, also an demjenigen Punkte der Situation, wo dieselbe eine Schwenkung nach NNO. annimmt. Auch zeigen die Wasserstände der ganzen folgenden Flutherscheinung, dafs die neutrale Linie, um welche das Niveau der See schwankt, sich ohne wesentliche Abweichungen auf der Höhe von Pillau erhält, und es ist in dem Orientirungsplan Blatt G diese neutrale Grenze in gerissener Linie eingetragen.

Vom 9. November Abends bis zum 11. November Nachmittags 6 Uhr war das seit dem 7. ansteigende Wasser bei Aarösund zu einer Höhe von $0{,}_{5}$ Meter über Mittelwasser erhoben; erst um Mitternacht ist dieselbe Höhe in Rügenwalde, in Stolpmünde dagegen erst am Nachmittage des 12., während in Neufahrwasser diese Höhe überhaupt nicht mehr erreicht wurde.

Das Steigen der Fluth bis zur Höhe $0{,}_{5}$ m über Mittelwasser erfolgte also von Westen nach Osten und der Wasserspiegel bildet in dieser ersten, unter der Einwirkung des gleichmäfsigen Nordostwindes stehenden Periode eine ziemlich gleichmäfsig geneigte, gegen Holstein ansteigende Fläche.

Verfolgt man das weitere Steigen der Fluth, so zeigt nach Blatt N(b) die Gleichwasserstandslinie $+1{,}_{0}$ Meter, dafs diese Höhe zunächst in Ellerbeck und zwar in der Nacht vom 11. zum 12. November binnen ca. 12 Stunden erreicht wurde, während dieselbe Wasserstandshöhe bei Aaroe 6 Stunden später am Mittag des 12. November eintrat. Der Fortschritt der Fluthwelle wurde also zwischen Alsen und den dänischen Inseln wesentlich verzögert. Die gleiche Höhe wurde indefs nach Osten hin erst am 13. November Morgens 6 Uhr zwischen Colbergermünde und Rügenwalde erreicht, zu einem Zeitpunkt, bei welchem bereits die Steigerung des Nordoststurmes auf der Höhe von Colberg sich zum Orkan erhob. Am 12./13. November Nachts 12 Uhr war das Niveau der See in ziemlich gleichmäfsigem Gefälle nach Blatt O von Memel bis Ellerbeck gestaltet und nur nach Aaroe hinauf blieb die Verzögerung des Fortschrittes der Fluth erkennbar.

Von diesem Zeitpunkt ab, welcher eine Wasserstandshöhe zeigt, die den gewöhnlichen Hochfluthen entspricht, ändern sich die Verhältnisse in auffallender Weise, jedoch entsprechend dem von den Lootsenstationen markirten orkanartigen Auftreten des Sturmes. Dieser Orkan, in Colbergermünde zuerst signalisirt, schreitet von Nachts circa 2 Uhr bis Morgens 7 Uhr von Colbergermünde nach Ellerbeck fort, den bereits zur hohen Fluth angestauten Ostseespiegel in einer mächtigen Welle vor sich hertreibend. Morgens 6 Uhr am 13. November wächst diese Welle mit ihrem Scheitel, Blatt O, bei Fehmarnsund liegend, an. Die Enge des Fehmarnsundes bildet ein Hindernifs für den Fortschritt derselben, aber der Druck ist so gewaltig, dafs das Niveau des Wasserspiegels Mittags 12 Uhr am 13. November (vergl. Blatt O) zwischen Rügenwalde und Swinemünde sich senkt, dagegen die aufgetriebene Wassermasse sich von Swinemünde ab bis Ellerbeck in 6 Stunden fast um 1 Meter hebt und obgleich der Orkan in der Mittagsstunde auf der ganzen Küstenlinie nachläfst, läuft diese Welle von Ellerbeck bis Aaroesund in Zeit von $5\frac{1}{2}$ Stunden noch um $1{,}_{5}$ m Höhe aus.

Hier ist besonders hervorzuheben, wie markirt die Windintensität in gleichmäfsigem Wachsen die Ansteigung der Fluth und zwar westlich Swinemünde im Gefolge hatte und wie selbst nach Aufhören des Orkanes die gewaltige Fluthwelle vermöge des Beharrungsvermögens in gleichem Fortschreiten bleibt und erst ihren Abschlufs mit dem umgebenden Festlande nach dem kleinen Belt hinein findet. Auf Blatt N(b) sind die Scheitel der höchsten örtlichen Wasserstandslinie durch eine scharf ausgezogene Linie verbunden, deren Verlauf den zeitgemäfsen örtlichen Maximalwasserstand auf der ganzen Küstenlinie charakterisirt. Auf Blatt O dagegen lassen die Profillinien der Beobachtungszeiten von 12 Uhr Mittags bis $5\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags des 13. November erkennen, zu welchen starken Neigungen der Seespiegel unter dem Drucke des Orkanes getrieben wurde. Das Maximum des Scheitels war Mittags 3 Uhr 20 Minuten bei Ellerbeck mit $3{,}_{17}$ m a. P. Auf dem Wege dieser Welle nach dem kleinen Belt hinauf in jene keilförmig sich zusammenziehende Meerenge und seinen Abschlufs gegen festes Land findend, wird ihr Scheitel noch um $0{,}_{2}$ m gehoben.

Während dieses ganzen Verlaufes der Sturmfluth im westlichen Theile der Ostsee ist die neutrale Grenzlinie auf der Höhe von Pillau, welche Station nur einen geringen Wasserwechsel zeigt, auffallend hervortretend, und wenn die weiter nach NNO. gelegenen Stationen im Beobachtungskreis fehlen, so läfst doch schon die einzige Station Memel schliefsen, dafs während dieses ganzen Phänomens im nördlichen Becken der Ostsee niedrige Wasserstände bestanden, zumal die weitere Station zu Windau in Curland mit einem Wasserstande von 4 Fufs am 11. November 1 Uhr Mittags, ebenfalls am 13. November Abends 5 Uhr den Minimalwasserstand mit 1 Fufs 4 Zoll markirt. Eine Beziehung zu dem dortigen Mittelwasserstand konnte nicht gegeben werden.

Von dem Bauinspector Bargum ist eine Zusammenstellung der Windgeschwindigkeiten mit den Wasserständen gegeben, welche aus den Beobachtungen bei Ellerbeck gebildet wurde. Danach fanden diejenigen Beziehungen statt, welche aus der auf S. 189/190 oben stehenden Tabelle zu entnehmen sind.

Wenn in diesen Zeiten die gröfste Windgeschwindigkeit Morgens 10 Uhr stattfand, der höchste Wasserstand Nachmittags 3 Uhr 40 Minuten, während der Wind sich von $30{,}_{7}$ m bis $16{,}_{8}$ m Geschwindigkeit abminderte, so folgt, dafs die Hebung des Wasserstandes in dieser Periode nicht mehr die Folge eines starken Winddruckes war, sondern die Consequenz eines fortschreitenden Scheitels einer von Osten nach Westen sich bewegenden Fluthwelle, wie sie auf Blatt O erkennbar ist, die ihre Entstehung in dem Gebiet der Ostsee zwischen Colberg und Wittower Posthaus fand.

Ein gleichartiger Fortschritt der Welle ergiebt sich in der Schlei, welche einem Flufslaufe gleich bis $5\frac{1}{2}$ Meilen in das Land sich einschneidet. Die Bewegung des Fluthscheitels ergiebt folgende Nachweisung für den 13. November.

	Höchster Wasserstand Meter	am 13. November Nachmittag
Schleimünde . . .	$3{,}_{44}$	$3^{h}\ 30'$
Rabelsund	$3{,}_{44}$	4^{h}
Kappeln	$3{,}_{20}$	$4^{h}\ 45'$
Arnis	$3{,}_{12}$	$5^{h}\ 15'$

Datum	Stunden von	Stunden bis	Windgeschwindigkeit pro Secunde Meter	Richtung des Windes	Ansteigung des Wassers pro Stunde Centimeter	
12. November	Morgens 6 Uhr	Mittags 12 Uhr	von 6,9 bis 13,7	NO.	1,83	
	Mittags 12 Uhr	Abends 6 Uhr	13,7	NO. zu O.	3	
12. zum 13. November	Abends 6 Uhr	Morgens 6 Uhr	13,7 bis 19,4	NO. bis NO. zu O.	4,75	
	Morgens 6 Uhr	Morgens 9 Uhr	19,4	NO. zu O. bis NO.	16,6	
	Morgens 9 Uhr	Morgens 10 Uhr	30,7	NO.	21	
	Morgens 10 Uhr	Morgens 11 Uhr	25,7	NO.	16	Windgeschwindigkeit in Cuxhafen Morgens 11h 45′ im Max. 14,29 m
13. November	Morgens 11 Uhr	Mittags 2 Uhr	19,4	NO. bis ONO.	8,66	
	Mittags 2 Uhr	Mittags 3 Uhr	19,4	O. zu N.	3	
		Mittags 3 Uhr 20 Min.	19,4 bis 16,8	O. zu N. zu O.	Höchste Fluth mit 3,17 m am Pegel Starkes Fallen	
		Mittags 4 Uhr	16,8	O.		

	Höchster Wasserstand Meter	am 13. November Nachmittag
Nifs	$3_{,03}$	6h 30′
Missunde	$3_{,05}$	7h 45′
Haddeby	$3_{,24}$	9h 15′
Gottorf	$3_{,24}$	9h 30′

Der Abschluſs der Schlei an ihrem westlichen Endpunkte hebt dabei den Wasserstand um ein Geringes; die Geschwindigkeit des Scheitels der Fluthwellen beträgt im Durchschnitt circa $0_{,9}$ Meilen pro Stunde.

Die an den meisten Küstenpunkten, besonders bei Travemünde, Sonderburg und Apenrade charakteristisch hervortretende Erscheinung, daſs das Wasser am Abend des 12. November kurze Zeit aufhörte zu steigen, ist der Zeitpunkt, zu welchem der Sturm eigentlich nach normalem Verlauf sein Maximum erreicht hatte, durch die plötzlich aber eintretende Schwenkung des Aequatorialstromes auf ein enges Flufsbett angewiesen, seine Geschwindigkeit zur Höhe des Orkanes steigerte und damit das Wasser zu der abnormen Höhe aufwarf.

Das Fallen der Fluth charakterisirt sich dem Steigen gegenüber durch die kurzen Zeitintervalle, in welchen das Erstere eintrat, und auch hier ist der Wind unverkennbar mitwirkend. Während die Zunahme der Windintensität aus NO. bereits am 10. Abends beginnt und bis zum 13. Mittags, also circa 66 Stunden andauert, umfaſst die Abnahme nur circa 18 bis 20 Stunden, wobei noch zu berücksichtigen, daſs sich inzwischen bereits die Drehung des Windes nach SO. vorbereitete, welche das Fallen des Wassers beförderte. Aus diesem Grunde ist der fallende Theil sämmtlicher Profilcurven des Sturmgebietes westlich Rügenwaldermünde ungleich steiler, die Fläche der abfallenden Fluth, Blatt N(b), ungleich schmaler als der ansteigende Theil, und nur Barth, nicht unmittelbar an offener See liegend, zeigt das Gegentheil, worauf später bei Anführung der eingetretenen Zerstörungen näher eingegangen werden soll.

Daſs eine so bedeutende Veränderung des Wasserniveau's nach Abschluſs der solche hervorrufenden Kraft nicht in einem gleichmäſsigen Zurückgehen des Wasserspiegels auf die normale Höhe erfolgen kann, sondern in Ausschwingungen stattfindet, die ein wechselsweises Steigen und Fallen des Wassers, eine gleichmäſsig auslaufende Wellenbewegung an der ganzen Küste im Gefolge haben, ist einleuchtend und sowohl die Wasserstandscalen der Profile, Blatt L bis N(a), lassen dies erkennen, als auch das, Blatt O dargestellte Längenprofil der Ostsee. Diese Schwingungen halten dort am längsten an, wo die Niveaudifferenz am gröſsten gewesen ist, also bei Aarösund, und erscheinen am schwächsten, wo die neutrale Lage der ganzen Niveaubewegung lag, also auf der Höhe von Pillau. Das gleichmäſsige Niveau war durchschnittlich in Pillau bereits am 15. November, in Aarösund dagegen erst am 20. November wieder eingetreten.

Die Fluth hob, soweit sie die Binnengewässer anfüllen muſste, auch letztere und erzeugte bei einem Maximalstand über Mittelwasser in See

von $2_{,19}$ m bei Thiessow,
$1_{,41}$ m bei Swinemünde,
$0_{,84}$ m bei Dievenow,

innerhalb der Odermündungen:

bei den Lebbiner Bergen $0_{,65}$ m,
bei Wollin . . . . $0_{,58}$ m,
bei Stepenitz . . . $0_{,66}$ m,
bei Stettin . . . . $0_{,76}$ m,
bei Wolgast . . . . $1_{,27}$ m,
bei Anclam . . . . $1_{,19}$ m

über Mittelwasser.

2. Strömung.

Der Sund, von den drei Communicationen, welche die Ostsee mit der Nordsee verbinden, wird für die Beurtheilung des eingehenden, resp. des ausgehenden Stromes, da von diesen Beobachtungen vorliegen, als markirend für jene 3 Mündungen der Ostsee angenommen werden können.

Im Monat October 1872 ist nach den Mittheilungen in der Ostsee-Zeitung nur an 2 Tagen und zwar am 24. und am 31. bei Helsingör Strom von Norden, also eingehend, (mithin an 29 Tagen ausgehend gewesen) für die Ostsee beobachtet.

Im November, innerhalb der Zeit vom 1. bis 10., findet man im Sunde

am 1. während des ganzen Tages,
am 4. während des halben Tages,
am 6. und 7. zusammen, während eines Tages,
am 8. während des ganzen Tages,

sind zusammen vom 31. October bis 10. November vier ein halb Tage eingehenden Strom aus der Nordsee.

Digitized by Google

Beobachtungen über die Strömung finden sich ferner zu Aarösund und Sonderburg und zwar war die Strömung

		ausgehend	eingehend
zu Aarösund im October	Tage	12	19
- - vom 1. bis 10. Novbr.	-	5	5
zu Sonderburg im October	Tage	12	19
- - vom 1. bis 10. Novbr.	-	4	6

Zwischen diesen beiden Beobachtungen im Sund und dem Gebiet des kleinen Belt verdienen die Ersteren den Vorzug, weil bei dem geringen Profil des kleinen Belt der Einfluſs mäſsigen Windes und die Lokalität Veranlassung zu Sondererscheinungen geben können, welche das Auftreten eines durchgehenden Stromes erst bei stärkeren Windbewegungen klarer erkennen lassen, während im Sunde die ausgehende oder eingehende Wasserbewegung lediglich von den herrschenden Winden über dem Gebiete der Nord- und Ostsee abhängig bleibt, soweit dieselbe nicht hierbei noch von dem geringen Einflusse der Fluth und Ebbe im Kattegat bedingt ist. Während der Periode vom 31. October bis 10. November stockte also innerhalb $4^1/_2$ Tagen nicht allein die Vorfluth für das Ostseebecken, sondern es wurden auch gleichzeitig grofse Mengen Nordseewasser der Ostsee zugeführt und somit muſste der Mittelwasserstand der Letzteren sich erheblich über das gewöhnliche Niveau erheben. Berücksichtigt man hierbei noch, dafs die herrschenden Westwinde den ziemlich constant eingehenden Unterstrom salzigen Wassers in die Ostsee beschleunigten, so war die Erhebung des Mittelwasserstandes eine bestimmte Folge dieser Luftbewegung, da für gewöhnlich die Differenz der Quantitäten zwischen dem ausgehenden Oberstrom und dem eingehenden Unterstrom gleich sein muſs dem der Ostsee zugeführten Wasser ihres Niederschlagsgebietes, vermindert um den Betrag der Verdunstungsquanta.

Innerhalb des Ostseebeckens bestehen bis jetzt unter den Pegelstationen an der Ostsee leider nur 3 Stationen, welche die Bewegung des Küstenstromes notiren; dies sind Colbergermünde, Rügenwaldermünde und Stolpmünde. Eine weitere Ergänzung dieser Beobachtungen findet in neuerer Zeit auf den Stationen statt, welche die Commission zur Untersuchung der deutschen Meere in der Ostsee errichtet hat.

Bei Colbergermünde war der Küstenstrom
vom 1. bis incl. 9. November von W.,
vom 10. bis incl. 14. - von O.
und dann wieder von W.

Bei Rügenwalde war der Küstenstrom
vom 1. bis incl. 9. von W.,
vom 10. bis incl. 15. vo O.
und dann wieder von W.

Bei Stolpmünde endlich war der Küstenstrom
vom 1. bis incl. 4. von W.,
am 5. Stillstand,
vom 6. bis incl. 9. von W.,
am 10. Stillstand,
vom 11. bis incl. 15. von O.
und dann wieder von W.

Nach dem Obigen bedarf es keines weiteren Beweises, dafs hinsichtlich der Stromrichtung in der Zeit vom 31. October bis 10. November abnorme Verhältnisse zu Gunsten einer Zuführung von Nordseewasser nach der Ostsee obgewaltet haben.

Während des NO.-Stromes muſste selbstredend der Stromgang die Richtung nach den Belten resp. dem Sunde, an den Küsten die Richtung des Sturmes nehmen. Im Läbschen Fahrwasser ist der von der Trave bis Neustadt nördlich laufende Küstenstrom dem entgegenkommenden Seegange bei Pelzer Haken begegnet und hat hier eine grofsartige Kabbelsee mit völligen Strudeln erzeugt. Aufserhalb Pelzer Haken bis Fehmarn hat indefs der Küstenstrom seine nördliche Richtung wieder angenommen. Im Fehmarn-Belt und Sund hat während der ganzen Fluth starker Strom von Osten stattgefunden, bei Bülk, vor Schleimünde, bei Alsen und an allen Punkten des kleinen Belt ist ein stark nach Norden gehender Strom beobachtet.

3. Salzgehalt und specifisches Gewicht des Ostseewassers.

Da der Salzgehalt des Ostseewassers ein durchschnittlich anderer, ein geringerer, als der des Nordseewassers ist und diese beiden Wasser communiciren, so wird eine Betrachtung der Beobachtungen des specifischen Gewichts (welches mit der Zunahme des Salzgehaltes wächst) des Wassers an verschiedenen Stellen der Ostsee mit zur Aufklärung der Ursachen der Höhe der Sturmfluth dienen.

Da Salzgehalt und specifisches Gewicht unzertrennliche Begriffe sind, so sei hier erwähnt, dafs eine Zunahme von je 1 % Salzgehalt eine Vermehrung des specifischen Gewichtes um $0{,}_{007699}$ bewirkt, und dafs dem entsprechend jede Zunahme des specifischen Gewichtes um $0{,}_{01}$ eine Vermehrung des Salzgehaltes um $1{,}_{299}$ % bedingt.

Bei Sonderburg, wo das Jahresmittel des specifischen Gewichts des Wassers $1{,}_{01302}$ beträgt, wurde dasselbe festgestellt am 1. November auf $1{,}_{01318}$, am 5. November auf $1{,}_{01348}$ und am 9. November mit dem Maximum des Salzgehaltes innerhalb der Zeit vom 1. bis 20. November auf $1{,}_{01359}$.

Berechnet man danach den Salzgehalt des Wassers bei Sonderburg, so ergiebt sich ein mittlerer Salzgehalt von $1{,}_{712}$ %, der Gehalt am 1. November $1{,}_{987}$ %, am 5. November $2{,}_{157}$ % und am 9. November $2{,}_{434}$ % und beträgt das Mehr des Salzgehaltes am 1. November $0{,}_{274}$ %, am 5. November $0{,}_{445}$ % und am 9. November $0{,}_{722}$ % gegen das jährliche Mittel.

Liegen auch keine weiteren Jahresmittel anderer Stationen vor, so wird es doch dem Zwecke dienlich sein, wenn noch von einigen Stationen Resultate gebracht und diese ihrer absoluten Differenzen wegen untereinander je für sich verglichen werden.

Bei Fehmarnsund betrug das specifische Gewicht des Wassers am 1. November $1{,}_{00985}$, am 4. November $1{,}_{00947}$, am 7. November $1{,}_{00989}$ (Maximum vom 1. bis 20. November), am 9. November $1{,}_{00914}$. Berechnet man den Salzgehalt, so ergiebt sich für denselben bei Fehmarnsund am 1. November $1{,}_{211}$ %, am 4. November $1{,}_{240}$ %, am 7. November $1{,}_{255}$ % und am 9. November $1{,}_{196}$ %.

Bei Neufahrwasser endlich betrug das specifische Gewicht des Wassers am 1. November $1{,}_{00533}$, am 5. nur $1{,}_{00553}$, erreicht aber am 11. November das Maximum mit $1{,}_{00751}$.

Berechnet man auch hier den Salzgehalt des Wassers, so ergiebt sich für denselben am 1. November $0{,}_{035}$ %, am 5. November $0{,}_{794}$ % und am 11. November $0{,}_{988}$ %.

Bemerkt mag hier zur besseren Parallelisirung der Beobachtungen noch sein, dafs — bei Zugrundelegung der Thatsache, dafs der Salzgehalt des Wassers der Ostsee im Verhältnifs zu dem der Nordsee ein bedeutend geringerer ist, und dafs diese Abnahme von West nach Ost erst schneller und dann langsamer erfolgt —, dieselbe Dr. Oscar Jacobsen auf der Pommerania bei der Expedition zur Untersuchung der deutschen Meere im Juli des Jahres 1871 von der Kieler Bucht bis vor Darserort von $1{,}_{330}$ % auf $0{,}_{922}$ % und von der Nordspitze der Insel Rügen bis östlich von Bornholm von $0{,}_{771}$ % auf $0{,}_{733}$ % fand.

Die Zuführung von Salzgehalt aus der Nordsee erfolgt für gewöhnlich, so lange die Ostsee abwässert durch einen Unterstrom, welcher bis jetzt bei Sonderburg eben so oft eingehend als ausgehend beobachtet ist.

Da es einleuchtet, dafs jede Windrichtung, welche den allgemeinen Oberstrom der Ostsee retardirt, resp. im eingehenden Strom kentert, so darf damit auch eine Beschleunigung des Unterstromes vorausgesetzt werden, welche also in der Zeit vom 31. October bis Anfang November stattgefunden haben wird und den Salzgehalt in dem westlichen Becken der Ostsee steigern mufste.

Eine weitere Bestätigung dieser Zuführung an stärkerem Salzwasser aus der Nordsee beruht in dem Leuchten der Ostsee im Herbst des Jahres 1872, wie es seit Menschengedenken niemals bemerkt worden ist. Zu dem Leuchten des Meeres gehören aber stärkere chemische Reizmittel für die leuchtenden Thiere, wie frühere Versuche von Ehrenberg lehrten, welcher zu dem Wasser der Ostsee etwas verdünnte Salzsäure gofs und dadurch die darin enthaltenen Thierchen zum momentanen Aufleuchten brachte.

B. Der ursächliche Zusammenhang der Erscheinungen für das Auftreten der Fluth.

Fafst man die vorher aufgeführten Thatsachen der Wind- und Wasserbewegung, sowie der Strömung und des Salzgehalts des Ostseewassers zusammen, so erwächst ein Bild, welches die Sturmfluth vom 12./13. November 1872 als eine, soweit die Geschichte reicht, exceptionell dastehende Revolution der Elemente Luft und Wasser darstellt.

Die Thatsache allein, dafs der Strom im Sunde während des ganzen Monats October mit Ausnahme zweier Tage — am 24. und 31. — für die Ostsee ausgehend war, beweist, wenn man voraussetzt, dafs bei wirksamen West-Stürmen der Sund, der grofse Belt und der kleine Belt einer gleichartigen Strömung unterworfen sind — dafs der die abnorme Höhe der Sturmfluth bedingende Zuschufs von Nordseewasser und die Ansammlung der Zuflüsse aus dem Niederschlagsgebiet unmittelbar vor der Sturmfluth selbst stattgefunden hat.

Dieser Zuschufs von Nordseewasser wird vom 31. October ab, wenn auch mit Unterbrechungen, stattgefunden haben. — Am 1. November, nachdem der Strom schon unter denselben Einwirkungen vom Morgen des 31. October für die Ostsee eingehend gewesen war, wüthete über der Nordsee und den Holsteinschen Küsten ein Sturm aus SW., welcher sich, bis zum starken und mäfsigen Winde abnehmend, auch über das Becken der Ostsee bis vor Königsberg hinzog, wo zu derselben Zeit ein Sturm aus SO. wehte. Dieser SW.-Sturm liefs auch am 1. November während des ganzen Tages den Strom im Sunde für die Ostsee eingehend sein.

Dafs also in den beiden Tagen am 31. October und am 1. November grofse Wassermassen von der Nordsee in die Ostsee hineingetrieben sind, beweisen die Wasserstände der Schleswig-Holsteinischen Stationen, welche am Mittag des 1. November $0{,}_{5}$ bis $0{,}_{8}$ Meter über Mittelwasser erhoben wurden.

Dieser SW.-Sturm konnte und kann überhaupt nicht so schnell die durch ihn im südlichen Becken der Ostsee entstehende Senkung durch den eingehenden Strom von der Nordsee ausgleichen; denn am 1. November war das Wasser von Rügenwalder- und Stolpmünde um circa $0{,}_{25}$ Meter unter den Mittelwasserstand gefallen, d. h. die Wassermassen waren durch den südwestlichen Sturm nach Nord-Ost ausgewichen. (Küstenströmung war von W. nach O.).

Am 4. November aber machte sich der erfolgende Zuschufs von Nordseewasser und die Anstauung der Vorfluth dadurch vor den beiden letztgenannten Stationen sichtbar, dafs das Wasser um $0{,}_{5}$ Meter, d. h. bis auf circa $0{,}_{25}$ Meter über Mittelwasser seit dem 1. November gestiegen war, obgleich der Wind seine Richtung nicht geändert hatte, dagegen in ziemlich gleichmäfsiger Stärke an der Westseite der Ostsee verblieb.

War auch am 2. und 3. November der Strom im Sunde für die Ostsee ausgehend, so berechtigt die anhaltende Luftströmung aus SW. doch zu dem Schlufs, dafs nur ein schwacher Oberflächenstrom im Sunde stattgefunden hat, welcher keineswegs einer vollen Vorfluth Genüge leistete. Auch steht diese Annahme mit den Jahresbeobachtungen der dänischen Lootsenverwaltung im Einklange, welche den Stromgang in den Mündungen der Ostsee bei ordinairem SW.-Wind schon schwankend erscheinen läfst, wenn nicht starke Windgeschwindigkeiten zu einer Senkung im westlichen Becken der Ostsee führen und dadurch einen stärkeren Strom von Norden herbeiführen.

Dasselbe Spiel wiederholt sich in den folgenden Tagen.

Am 4. November, wo die allgemeine Windrichtung immer noch aus dem südwestlichen Quadranten vorherrschte, war der Strom im Sunde in Folge mäfsigen NW.-Windes im Kattegat für die Ostsee eingehend. Am Nachmittage sprang der Wind bis auf WNW. und fiel am 5. wieder bis SW. zurück; und deshalb findet man sowohl am 4. Nachmittags als am 5. wieder ausgehenden Strom. Dieser dauerte noch bis zum 6. Nachmittags. Dann erhebt sich am 6. November der von den englischen und schottischen Küsten durchstehende, zwischen WNW. und SW. schwankende — in den östlichen Stationen der preufsischen Küste aus W. wehende, die Nordsee ganz umfassende, bedeutende West-Sturm.

Im sogenannten Lübischen Fahrwasser, Travemünde-Darserort, senkt sich am 7. November Mittags der Wasserspiegel fast um 1 Meter unter Mittelwasser, während er am 6. November Mittags durchschnittlich noch $0{,}_{25}$ m über Mittelwasser stand. Die Senkung des Niveaus dehnt sich gleichmäfsig ansteigend bis gegen die neutrale Axe bei Pillau aus. Das Gefälle nach der Ostsee steigert sich und der eingehende Strom führt das Nordseewasser in entsprechender Geschwindigkeit der Ostsee zu. Dieser andauernde Westwind, bis zum 9. November anhaltend, gab der Wirkung des eingehenden Stromes für die Wasserzuführung hinreichend Zeit.

Am 9. Mittags stand das Wasser schon in sämmtlichen Stationen bis $0{,}_{25}$ Meter über dem Mittelwasser.

Digitized by Google

In Königsberg hielt der Sturm noch bis 9. Morgens an, und demgemäfs mufste eine bedeutende Wassermasse in die Ostsee inzwischen eingetreten sein.

Ganz in Harmonie mit diesen Bewegungen steht die Steigerung des Salzgehaltes des Ostseewassers für

Sonderburg vom 1. bis 9. November um $0{,}_{447}$,
Fehmarnsund vom 1. bis 7. November um $0{,}_{044}$,
Neufahrwasser vom 1. bis 11. November um $0{,}_{148}$,

wobei man nicht aufser Acht lassen darf, in welche Mischungsverhältnisse das eintretende Nordseewasser mit dem Ostseewasser je nach der Gröfse des Theiles des durchlaufenen Ostseebeckens und des daselbst bestehenden Seeganges geräth.

Die am 7. November Nachmittags im Sunde beobachtete ausgehende Strömung ist wie die schon vorhin besprochenen seit dem 31. October gewesenen ausgehenden Strömungen nur von kurzer Zeitdauer und fällt nicht ins Gewicht.

Der am Abend des 6. November vorhin besprochene Sturm von WNW. bis SW. hatte am 8., zwischen Rügen und Pillau erst am 9. Abends sein Ende erreicht und ging sehr schnell in einen starken Wind über und dann auf mäfsige Geschwindigkeit zurück, so dafs am 10. von mehreren Stationen sogar Windstille, an den übrigen Stationen sehr flauer Wind von SO., S. bis SW. gemeldet ist. Während dieses schwachen Windes resp. der Windstille in den westlichsten und östlichsten Stationen hat schon der Nord-Ost seine ersten Vorläufer zwischen Rügen und Stolp vorgeschickt. Es ist daher das trotzdem nicht unterbrochene weitere Steigen der See nicht mehr aus dem Zufluss von Westen zu erklären, sondern aus den im Osten und Norden aufgestauten Wassermassen, welche theils ihrer eigenen Schwere folgten, theils auch von dem beginnenden Nordostwinde zurückgedrängt wurden. Diesen jetzt nach Westen hin ausweichenden Wassermassen folgte der sowohl an Terrain als an Intensität gewinnende Nord-Ost auf dem Fufse, so dafs nun von West nach Osten fortschreitend eine fortwährend schneller zunehmende Steigung der Fluth damit eintrat, welche am 12. Abends ihren Höhepunkt erreicht zu haben schien, da an mehreren Stationen, namentlich den westlichen, zu der Zeit ein Stillstehen des Steigens der Fluth, ein Gleichgewicht zwischen Windstärke und Niveauveränderung des Meeresspiegels, beobachtet wurde.

Beachtet man hierbei, dafs in Folge des Weststurmes sich am 9. November im Längenschnitt der Ostsee das Niveau an der Westseite beinahe um 1 Meter, nach Pillau hin entsprechend abnehmend, gehoben hatte, so war die Wasserstandslinie vom 12. November Mittags unter dem durchschnittlich noch nicht stürmisch auftretenden NO.-Wind keineswegs eine abnorme. Sie war vielmehr eine dem bisherigen Verlauf der Naturerscheinungen entsprechende, welche im Ganzen nur mäfsig von dem NO.-Wind beeinflufst scheint.

Die am 12. Abends eintretende Pause findet nur darin Erklärung, dafs der Druck des nach Westen angestauten Wassers im Gleichgewicht war mit der Intensität des zur Zeit wehenden NO.-Windes.

Erst der kurz nach Mitternacht bei Colberg auftretende Orkan war im Stande, die Nachts 12 Uhr bestehende Niveaulinie der Ostsee (siehe Blatt O), welche ihrer ganzen Neigung nach den bei gleichartigen Ereignissen eintretenden Niveauunterschieden entspricht, nunmehr günstig vorbereitet, in einer Weise umzugestalten, wie sie sich in den drei weiteren Niveaulinien des 13. November darstellt.

Die überwundene Kraft des Wassers erkennt man recht deutlich an der jetzt veränderten Richtung der Gleichwasserstandslinien auf Blatt N(b). Selbige zeigen bis zum 12. November Nachts eine Neigung von West nach Ost oder ein Voreilen der Fluthansteigung an der Westseite gegen die Ostseite. Dieses Voreilen wird um Mitternacht geschwächt, die Linien werden in ihrer Neigung von West nach Ost geringer und erreichen am 13. Mittags 12 Uhr bereits eine parallele Lage zu den als Abcissen liegenden Zeithorizontalen.

Gerade in diesen auf einander folgenden Stadien der Fluthperiode liegt hier die hohe Entwickelung der enormen Wasseranschwellung auf der Westseite des Ostseebeckens, welche sich nach der vorstehenden Darstellung also in drei Zeitabschnitten charakterisirt, und zwar:

in der Zeit vom 31. October bis 9. November Füllung der Ostsee mit Nordseewasser und Abschliefsung der Vorfluth;

in der Zeit vom 9. November bis 12. November Abends Ausschwingung des Ostseewassers bei überfülltem Becken nach Westen;

am 13. November Einwirkung des Nordost-Orkanes auf den westlichen Theil der Ostsee, dessen Niveau bereits durch voraufgeführte Vorgänge eine bedeutende Höhe erreicht hatte.

Ueber die Wellenhöhe sind Notizen aus dem Baukreis Neustadt durch den Kreis-Baumeister Heydorn zu gewinnen gewesen. Dieselben sind für einige Hauptpunkte über dem höchsten Wasserstande

bei Sierksdorf	$1{,}_{5}$ m,
bei Neustadt	$0{,}_{25}$ m,
bei Pelzerhaken	$1{,}_{75}$ m,
bei Kellenhusen	$1{,}_{75}$ m,
bei Dahme	2 m,
im Binnenlande bei Grube	1 m,
bei Fehmarsund auf Holsteiner Seite	2 m,
desgl. auf Fehmar'scher Seite	$1{,}_{5}$ m,
bei Heiligenhafen	$1{,}_{5}$ m,
bei Flügge	1 m,
bei Albersdorf	$0{,}_{5}$ m,
bei Lemkenhagen	$0{,}_{3}$ m,
bei Westermarkelsdorf	1 m,
an der Weifsenhäuser Brücke	$1{,}_{75}$ m.

Die Gröfse des Seeganges an den nördlicheren Küsten Schleswigs wird nach ziemlich übereinstimmenden Angaben auf 4 m Wellenhöhe, also zu 2 m über Hochwasser angegeben, während sie sich in den Buchten bis zu 2 m, also auf 1 m über Hochwasser abgemindert hat.

Die Höhe der sich gegen hohe Ufer bewegenden Wellen ist dabei selbstredend gröfser gewesen. Bei Schleimünde sind die Wogen bis zur Spitze des 50 Fufs hohen, auf dem Kopf der nördlichen Mole stehenden Leuchtthurmes aufgestiegen und haben denselben zeitweis in solchem Maafse umhüllt, dafs er von dem $\frac{1}{2}$ Meile entfernten Maasholm nicht zu sehen war und für verloren angesehen wurde.

IV. Bemerkungen zu dem Vorstehenden.

Zum Schlufs dieser auf die Erscheinungen der Sturmfluth bezüglichen Ergebnisse darf die Bemerkung nicht zurück-

Digitized by Google

gehalten werden, dafs die Sammlung ausreichender Beobachtungen für derartige Naturereignisse mit Schwierigkeiten verknüpft ist, weil dieselben mannichfach nur unvollkommen und lückenhaft zur Ausführung gelangen.

Das meteorologische Material entbehrt am meisten der Vollständigkeit und ist dann am wenigsten ausreichend, wenn die Beschaffung desselben, nämlich zur Zeit der aufsergewöhnlichen Abweichungen von normalen Verhältnissen, am nothwendigsten ist. Es war Absicht, eine kurze Notiz der gleichfalls hohes Interesse gewährenden Sturmfluth vom 9./10. Februar 1874 anzuschliefsen, dieselbe scheiterte aber völlig an dem Mangel ausreichenden Beobachtungsmateriales und es wird für eine zu schaffende Centralstelle für Meereskunde eine der ersten Anforderungen sein müssen, die Beobachtungen in durchaus ununterbrochener Reihenfolge zu gewinnen, wenn sie eine sichere Erfüllung ihrer Aufgabe erreichen will, und bei den zeitweis so schnell sich entwickelnden Erscheinungen in der Atmosphäre wird Pünktlichkeit und Schnelligkeit der Vorlagen dieser Beobachtungen an der Sammelstelle eine unzweifelhafte Nothwendigkeit.

Bei diesem Material werden auch die auf den Lootsenstationen gewonnenen Beobachtungen, welche sich durch eine gröfsere Sicherheit in Bezug auf die Windrichtungen auszeichnen, da die Beobachtungen dieser Stationen selten durch locale Verhältnisse getrübt werden, nicht zu unterschätzen sein und es tritt dazu, dafs auch die Beobachtungen der Seeverhältnisse in Bezug auf Wasserstandshöhe, Stromgang und Richtung, sowie Stärke des Seeganges schätzenswerthe Beobachtungen bilden, die die zu machenden Schlüsse unterstützen. Einbrechenden Winden geht zeitweise eine Rollung mit entsprechendem Stromgang voraus, welche recht wohl die bevorstehenden Ereignisse markiren. Die Einrichtung selbstregistrirender Pegel ist in der Ostsee auf den Lootsenstationen nur in Swinemünde getroffen. Es würde sich empfehlen, dieselben an mehreren geeigneten Stationen zu disponiren und dadurch so schnell verlaufende Fluthcurven in sicherer Form zu gewinnen, als temporäre Beobachtungen, welche namentlich zur Nachtzeit an Unsicherheit leiden, dies gestatten. Die Darstellung der Fluthcurven in Profilen, welche aus der Eintragung der temporären Beobachtungen gewonnen werden, wie dies im vorliegenden Falle geschehen ist, um die Zwischenglieder zu ergänzen, ist eben keine Beobachtung, sondern eine Interpolation, die nur einen dürftigen Ersatz des mangelnden Materiales bildet.

Weitergreifend als bisher müfsten für die meteorologischen Stationen noch die Beobachtungen aus dem Süden zu gewinnen sein, insofern sie dasjenige Gebiet umfassen, auf welchem sich der Aequatorialstrom bewegt, bevor die Einbrüche des Polarstromes in die Ostsee zu den Sturmfluthen in diesem Gebiet Veranlassung geben. Dies erscheint um so nothwendiger, als die hier eintretenden Erscheinungen gemeinhin den Katastrophen in der Ostsee tagelang vorhergehen und dieselben daher die Prognose sicherer fundiren.

V. Die hydrotechnischen Erscheinungen der Sturmfluth.

Nachfolgend sind die Einwirkungen der Sturmfluth auf die natürlichen, wie auf die künstlichen Begrenzungen der Ostsee, sowie die Widerstandsfähigkeit der bestehenden Bauten so beschrieben, wie sie aus den amtlichen Berichten resp. aus eigener Anschauung einzelner Oertlichkeiten sich ergeben haben.

Für die Orientirung bei den Oertlichkeiten wird man allerdings specielle Karten, besonders den preufsischen Seeatlas von 1841 und die Karte der Herzogthümer Schleswig, Holstein und Lauenburg, von Geerz, zu Hilfe nehmen müssen.

A. Natürliche Begrenzungen und Wasserwege.

1. Sandstrand.

Regierungsbezirk Stettin.

Der Strand hat fast durchweg und streckenweise sehr bedeutend an Breite zugenommen. Zwischen den Pfahlwerken vor dem Streckelberge hat sich der Strand vortheilhaft ausgebildet. Im Allgemeinen ist der Fufs des Hochufers resp. der Vordünen überall zurückgewichen, so dafs die Pfahlwerke am Streckelberg ihren Uferanschlufs verloren hatten. Die Verbreiterung des Vorstrandes ist eine Folge der aus dem Abbruch des Hochufers oder der Düne herabgestürzten Massen, die den Vorstrand mit Material überdeckt hatten.

Regierungsbezirk Schleswig.

Da die Zerstörungen an den Küsten hauptsächlich der Wirkung des Seeganges in mehr als gewöhnlicher Höhe zuzuschreiben sind, so hat der flache, niedrig belegene, und daher alsbald überfluthete Sandstrand fast gar keine Veränderungen erlitten, weil er geringeren Angriffen ausgesetzt war. Gröfsere Dünen existiren an diesem Strande nur wenig, vielmehr zeigt der Strand meist ein kiesiges Material, welches mit den Wellen höher hinaufgeschleudert ist und oft unter dem Namen Haffstock bezeichnet wird. Dieser Haffstock hat unter dem hohen Wogenandrange insofern eine Veränderung erlitten, als das Material mit den Wellen über den Scheitel des Kieswalles geschleudert ist, so dafs der ganze parallel zur Küste liegende Sand- und Geschiebewall eine landeinwärts schreitende Bewegung gemacht hat. Die Bewegungsgröfse selbst ist nicht festzustellen. Ueberhaupt ist der Strand hier ein mannigfach durch Einbuchtungen getheilter Strand, welcher sich nicht in zusammenhängenden Linien fortsetzt und daher eine Materialwanderung in um so geringerem Maafse ausgeführt ist, als auch die Küstenströmungen in weniger intensiver Form auftreten, als an den pommerschen Küstenstrichen.

2. Thonufer.

Regierungsbezirk Stettin.

Das Thonufer vor Gr. Horst ist wegen der zu niedrigen Lage des davor liegenden Steindeckwerkes abgewaschen.

Auch in der Nähe der Kirche zu Hoff haben mehrere Abbrüche des Hochufers stattgefunden.

Regierungsbezirk Schleswig.

Das Thonufer ist fast überall in beträchtlicher Ausdehnung abgebrochen.

Am meisten sind die Ufer des Lübschen Fahrwassers bei einem NO.-Sturme den Einwirkungen desselben der Lage der Bucht nach ausgesetzt.

In dem südlichsten Winkel dieser Bucht fliefst mit nordöstlicher Stromrichtung die Trave in die See. Eine halbe Meile westlich von der Mündung dehnt sich gleichlaufend mit der Trave der 500 HA grofse Hemmelsdorfer See aus. Zwischen beiden Gewässern befindet sich ein hügelreiches, 30 bis 45 m hohes Plateau, welches mit einem convex abge-

Digitized by Google

brochenen, bis zu 20' hohen Ufer, dem „Brothener Ufer", die Ostsee begrenzt. Von der Breite des Brothener Ufers als Basis zieht sich ein $^{3}/_{8}$ □Meilen grofses, $1^{1}/_{4}$ Meilen hohes gleichschenkeliges Dreieck ins Meer, dessen allmälig bis zu 17' Wassertiefe fallender, lehmiger Grund mit vielen grofsen Steinen (Findlingen) bedeckt ist, und daher als „Steinriff" bezeichnet wird.

Der Strand vor dem Brothener Ufer ist sehr schmal, steigt bis zum Fufse des Ufers etwa $^{1}/_{2}$ bis 1' über Mittelwasser an und ist — wie das Riff — überall mit grofsen Steinen als Residua des abgebrochenen Thonufers bedeckt.

Jedes anhaltende Hochwasser wäscht den Fufs des hohen Ufers weg, worauf ein Nachsturz der oberen Lehmmassen folgt, die oft in grofsen Klötzen, wie Gebirgstrümmer, den Strand bedecken. Diese werden vom nächsten Hochwasser weggespült und nur die darin enthaltenen Steine bleiben auf dem Strande liegen. Seit Menschengedenken sind von der Höhe des Brothener Ufers ganze Koppeln des besten Weizenbodens verschwunden. Bei dieser Sturmfluth sind wiederum beträchtliche Flächen von der Höhe in das Meer gestürzt.

Diese Vorgänge der Gegenwart haben seit undenklicher Zeit sich wiederholt, und soweit Ueberlieferungen reichen, die Wellen es erzielt, dafs eine über 1 Meile lange Erhebung nicht nur ganz verschwunden ist, sondern auch ihre Trümmer als Steinriff bereits bis zu 17' Tiefe unter Wasser gesunken sind. Jeder anhaltende Ostwind, welcher die Wellen über das Steinriff treibt, giebt dem Wasser im südwestlichen Theile der Bucht eine lehmgelbe Färbung, selbst wenn in Höhe des Fufses des Brothener Ufers wenig oder gar kein Lehm weggewaschen wird; also ein Zeichen, dafs die Wellen das Riff in See immer noch angreifen.

Der Niederschlag aus diesem trüben Wasser macht sich ostwärts durch Verschliefsung des Travemünder Fahrwassers unangenehm bemerklich. Westlich vom Steinriff findet man diesen Lehmschlick im nördlichen Theil des Hemmelsdorfer See's, dem sogenannten flachen See, abgelagert, der in der Ausdehnung von ca. 400 HA nur eine Tiefe bis $4^{1}/_{2}$' hat, während von der Biegung an, in der östlich umgebogenen Südspitze, welche gegen NO. geschützt ist, der Grund des sogenannten tiefen See's jäh auf 43' fällt.

Der nördliche Theil des flachen See's wird nach der Ostsee hin immer seichter. Bis zu $1^{1}/_{2}$' Wassertiefe hat er ausgedehnte Rohr- und Schilfbestände, die auch noch auf seichten Stellen mit Ellern- und Weidengesträuch kleine Gruppen bilden, bis ein Grasfilz die erste Brücke über den Seegrund geschlagen hat; so schwach, dafs man beim Ueberschreiten immer in einem Wellenthale sich befindet; so durchbrochen, dafs man Vorsicht anwenden mufs, um nicht durchzutreten; aber gegen die See hin immer mehr an Festigkeit zunehmend.

Zum Schutze dieser Niederung, also des Sees und eines etwa $^{1}/_{4}$ Meile breiten Wiesenstreifens, hat die See selbst das Material aufgeworfen und der Wind eine etwa 3' hohe Sanddüne davon aufgebaut.

Die auf diese Darstellung gestützte Behauptung, dafs die Hemmelsdorfer Seeniederung einst ein Theil der Ostsee war, und durch den Schlick des Brothener Ufers, später durch eine Düne davon abgetrennt wurde, dürfte aus dem Vorstehenden um so mehr hervorgehen, wenn hier noch angeführt wird, dafs im Grund der an den See grenzenden Wiesen Meermuscheln, Seegräser und abgerundete Strandsteine gefunden sind.

Auch an anderen Punkten der Küste haben Abbrüche des Thonufers stattgefunden, obgleich die hier aufgetretenen Erscheinungen nur weniger grofsartig als am Brothener Ufer aufgetreten sind; und zwar mit Ausnahme des gegen NW. belegenen Küstenstriches von Heiligenhafen bis zum Brück in der Hohwachter Bucht, fast an allen hohen Ufern; ferner zwischen Haffkrug, südlich von Neustadt, und Grönitz, nördlich von Neustadt, von Dameshoeved bis Dahme, von Siggen durch den Fehmarnsund bis Heiligenhafen, von Staberhuck bis Gahlendorf auf Fehmarn, bei Weifsenhaus westlich des Brücks, vor Hohenfelde und Schmel, an der $^{1}/_{2}$ Meile langen Thonwand, von Stein nach Laboe in der Kieler Bucht, bei dem Leuchtthurm-Etablissement zu Bülkerhuck, an der Schwansener Küste zwischen Langholz und Boknis, vor Schönhagen, sowie an den hohen Ufern der Landschaft Angeln, an der Ost- und Nordküste von Alsen und zwischen der Apenrade und Gjenner Bucht.

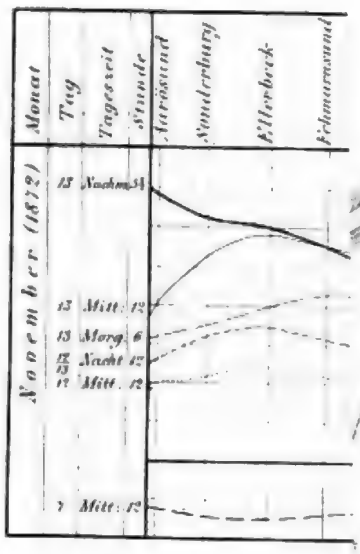
Abgesehen von der Küstenlage sind von wesentlicher Bedeutung für den Umfang der Abbrüche die geologischen Verhältnisse des Thonufers gewesen.

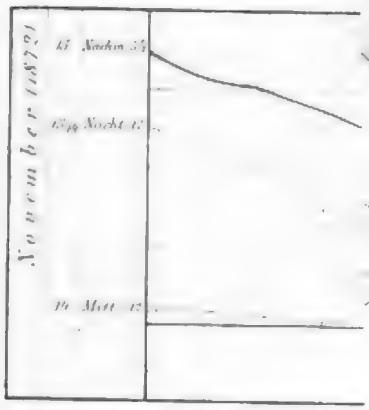
Der feste Untergrund wird fast überall durch einen blaugrauen, sehr widerstandsfähigen Thonmergel gebildet, dessen Oberfläche mehrere Meter hoch über den täglichen Wasserstand aufsteigt, stellenweise aber auch unter denselben herabsinkt. Auf diesem Untergrunde liegen in den verschiedensten Richtungen, durchsprengt mit gröfseren und kleineren Steinblöcken, andere, leichter im Wasser lösbare Thon- und Lehmmassen, bisweilen mit Sandschichten wechselnd, aber auch nur einzelne gröfsere Sandmassen oder Sandblasen enthaltend.

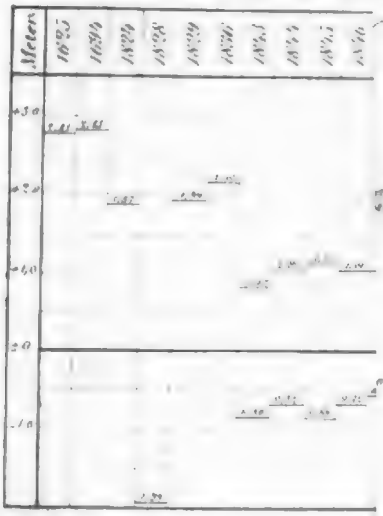
Nach dem Vorkommen des Sandes ist die Art des Abbruches sehr verschieden gewesen. Die Sandblasen sind vom Wasser ausgewaschen und in Folge davon Höhlungen entstanden, welche bis zu 10' Tiefe nach der Sturmfluth noch vorhanden waren. Die Höhlen sind aber meist schon während der Sturmfluth von der über denselben hängenden, nicht mehr unterstützten aufgeweichten Lettenmasse verschüttet und ist diese alsbald von der auflaufenden Welle weggeleckt worden.

Diese Abbrüche haben aber dennoch nicht die Dimensionen angenommen, wie diejenigen, welche an solchen Uferstrecken stattfanden, woselbst durchgehend eine Sandschicht eingelagert war. Letztere ist alsbald ausgewaschen und in Folge davon der über dieser Schicht befindliche Boden herabgestürzt und weggespült worden. Die Art des Abbruches ist noch deutlich in den Contouren des Ufers zu erkennen; während diese an den Küstenstrecken mit durchgehender Sandschichtung mehr der geraden oder gleichmäfsig gebogenen Linie des Strandes folgen, zeigen sich an dem Thonufer mit eingesprengten Sandblasen die merkwürdigsten unregelmäfsigen Gebilde, je nachdem festeres Material vom leichter löslichen ummantelt war.

Die Thonwände waren kurze Zeit nach der Sturmfluth matt spiegelnd und hatte an manchen Stellen das widerstandsfähigste Material, der Thonmergel, in einzelnen stehengebliebenen Blöcken nahezu die spitzen Formen des Basaltes angenommen. Später sind die Bodentrümmer in sich zusammengefallen und hat sich eine Böschung mit der für die Bodenart gewöhnlichen Neigung gebildet.

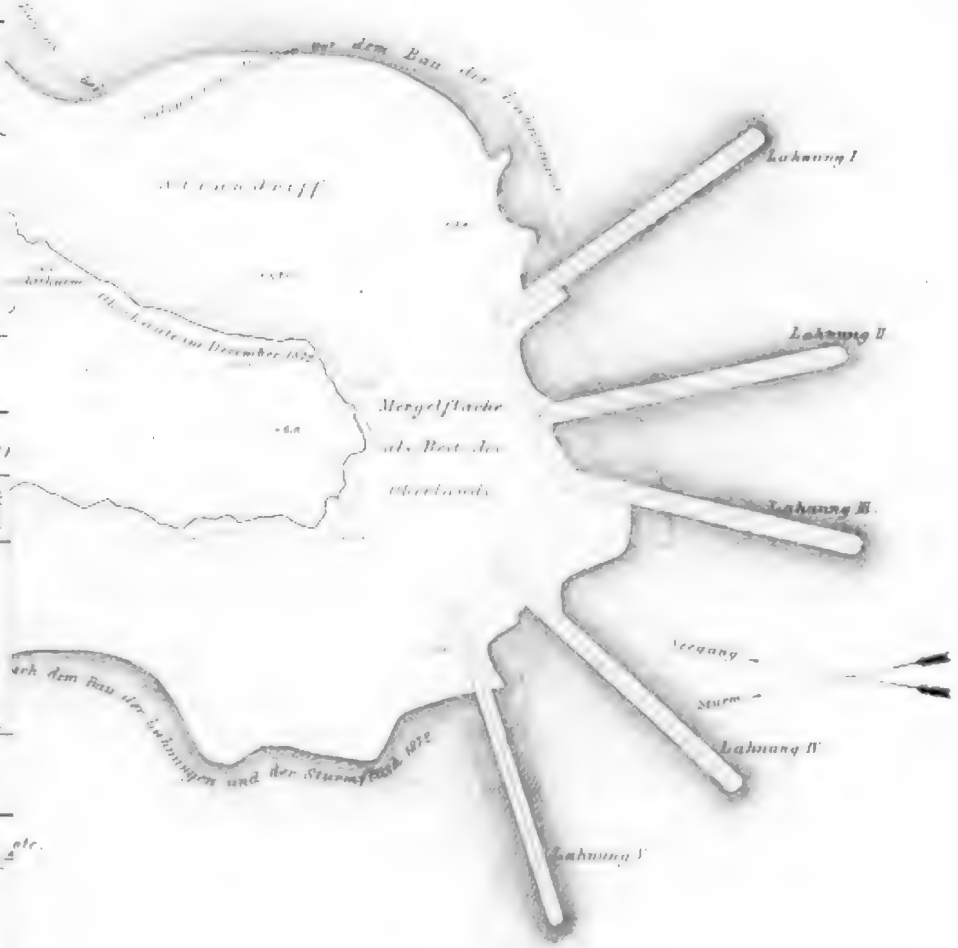






Bülkerhuk mit Leuchtthurm.

Maafsstab.



Digitized by Google

Digitized by Google

Das Maafs des Abbruches am Thonufer in Folge der Sturmfluth vom 12./13. November 1872 hat sich nur von dem fiscalischen Leuchtfeuer-Etablissement zu Bülkerhuck feststellen lassen, da genaue Terrain-Aufnahmen aus der Zeit kurz vor der Zerstörung in anderen Fällen nicht vorlagen.

Die angeschlossene Situationszeichnung Blatt P von dem benannten Etablissement giebt dagegen Einsicht über die Gröfse des dortigen Abbruches in den Jahren 1868 bis 1872, wobei zu bemerken ist, dafs bis zur Zeit der letzten Sturmfluth eine wesentliche Veränderung in den Grenzen gegen die See seit 1868 nicht eingetreten war.

Die zum landwirthschaftlichen Betriebe benutzte Fläche zu Bülkerhuck betrug:

im Jahre 1806	20	Morgen,
- - 1868	16	-
nach der letzten Sturmfluth .	13	-

Wohin die Abbrüche vom Thonufer von der See geführt sind, ist nicht in allen Fällen zu erkennen gewesen. Fast überall hatte die See eine lehmgelbgraue Färbung angenommen, welche in den Buchten zum Theil erst nach 4 Wochen sich wieder verlor.

Das bei Bülkerhuck abgelagerte Material besteht nur aus Sand und Gerölle; der im Wasser aufgelöste Thongehalt des abgespülten Ufers ist weiter fortgeführt und hat wohl erst nach eingetretener Meeresstille auf dem Seegrunde in der Nähe der Küste sich abgelagert. Hierfür wenigstens spricht die Beobachtung, dafs auf dem früher weifsen Meeresboden in der Stranderbucht, zwischen Friedrichsort und Bülck, jetzt eine dünne gelbe Schicht, offenbar Thon, lagert, welche nur aus den Abbrüchen bei Bülckerhuck herrühren kann.

3. Dünen und Dünenbauten.

Regierungsbezirk Danzig.

Die Dünenbauten haben nur auf einer kurzen Strecke auf der Halbinsel Hela in der Nähe des neuen Leuchtthurmes zu Heisternest gelitten. Hier liefen die Wellen bis zu $3{,}_{20}^{m}$ über den mittleren Wasserstand auf, zerstörten einen Theil der neu angelegten Vorpflanzungen und griffen den Fufs der Dünen an. Alle anderen Vorpflanzungen haben wesentliche Schäden nicht erlitten. Es ist im Gegentheil hervorzuheben, dafs Calamitäten, wie das Verwerfen und Zusandungen der Flufsmündungen, z. B. des Piasnitz-Flusses an der westlichen Grenze des Regierungsbezirks, welches bei höheren Sturmfluthen immer stattfindet, nach der in Rede stehenden Sturmfluth nicht bemerkt worden sind.

Regierungsbezirk Cöslin.

Die Vordünen an der Küste des Cösliner Regierungsbezirks sind erheblich beschädigt worden.

Da die Windrichtung zur Zeit des stärksten Stromes die hinterpommersche Küste unter einem sehr spitzen Winkel traf, so hat der Wasserstand (cf. das Profil auf Blatt O) hier keine so erhebliche Höhe erreicht, wie sonst bei starken Stürmen, und ist besonders bei dem Sturme, der im November 1867 wüthete, das Wasser weit höher gestiegen. Der Wellenschlag war allerdings sehr heftig, und ist es dem zuzuschreiben, dafs die schön cultivirten Vordünen in so hohem Maafse angegriffen sind, dafs fast der dritte Theil derselben vollständig zerstört ist und von Neuem angelegt werden mufs.

Der Vortheil, den die Vordünen gewähren, ist aber unverkennbar gewesen, da dieselben die Hauptdünen vor starkem Abbruch geschützt haben.

Eine starke Beschädigung der Hauptdünen ist nur an solchen Stellen vorgekommen, wo die Vordünen fehlten.

Regierungsbezirk Stettin.

Am Strande entlang, von Swinemünde nach Westen bis unterhalb Hammelstall, sind die Vordünen, die Graspflanzungen und alten Zäunungen von der See fortgespült; meistens sind auch die älteren Dünen sehr stark, bis zu einer Breite von 10^{m} angegriffen, und die vordere Reihe derselben sogar partiell durchbrochen, so namentlich am Cölpiner See, bei Damerow und Zinnowitz. Ueberall hat sich jedoch der Strand in bedeutender Breite durch die abgebrochenen Materialien ausgebildet.

Der Einbruch bei Damerow ist an Ausdehnung der gröfsere und auch der tiefere. Er erstreckt sich etwa 150^{m} landwärts bei durchschnittlich 50^{m} Breite und 1^{m} Tiefe unter dem mittleren Wasserstande der Ostsee. Auf dem Strande betrug die Tiefe nur $0{,}_{3}^{m}$ und die landeinwärts gelegenen Wiesen haben eine Höhenlage von $0{,}_{5}^{m}$ über dem Mittelwasserspiegel der Ostsee, so dafs eine Durchströmung nach Abfall der Fluth nicht mehr stattfindet, also ein eigentlicher Durchbruch als Grundbruch nicht erzeugt ist.

Um diesen Einbruch völlig zu übersehen, mufs bemerkt werden, dafs da, wo die Fluth nicht nach binnen treten kann, weil die Düne oder das Hochufer sich über die Fluth erheben, der Strand nur in gleichmäfsig geschwungenen Linien sich in der Situation ausbildet und dafs plötzliche tiefe Einrisse lediglich die Folge eines ausgehenden Stromes sein können. Dies hat auch bei Damerow stattgefunden, indem die Fluth das niedrige Terrain überströmte und sich in das Achterwasser ergofs, dieses Binnenbecken im Wasserstand hebend. Bei dem schnellen Abfallen des Seespiegels ergofs sich das hohe Binnenwasser über das niedrige Terrain nach See und schnitt eine Stromrinne ein, welche da am tiefsten wurde, wo der Uebersturz erfolgte, während nach See zu sich eine geringere Tiefe anhielt, da hier das Wasser nur langsam abzog. Derjenige Theil des Binnenwassers, welcher tiefer liegt, als das niedrige Vorterrain, mufste seinen Weg durch die Peene bei Wolgast vorbei nehmen und erzeugte in dem Ausfluss der Peene einen länger anhaltenden ausgehenden Strom, der nur günstig auf die Vertiefung des Peene-Ausganges, speciell auf die Tonnenbank einwirken konnte, eine Erscheinung, die auch nach der Fluth vom 9. Februar 1874 sich wiederholte.

Die Dünen zwischen Ahlbeck und der Westmole, desgleichen vor Dievenow, sind ebenfalls in bedeutender Breite abgebrochen.

In den Fritzower Dünen ist ein Durchbruch mit Ueberfluthung vorgekommen, jedoch in geringerem Maafse, als am Cölpiner See. Die Breite des Strandes hat sowohl landwärts als seewärts wie überall bedeutend zugenommen.

Regierungsbezirk Stralsund.

Darsser Ort und Halbinsel Dars. Die Dünen vorlängs des Darses auf der Westseite in der Feldmark Ahrenshoop an der Grenze mit Mecklenburg sind vollständig zerstört, von da bis zum Theerbrennofen südlich vom Darser

Digitized by Google

Leuchtthurm sind dieselben stark abgebrochen; von hier ab nördlich und dann westlich bis zur Hälfte nach Prerow sind die Vordünen fast vollständig zerstört, während von da bis zum Prerow-Strom dieselben sehr angegriffen und theilweise auch ganz zerstört sind.

Insel Zingst und Sundische Wiese. Die Dünen sind mit Ausnahme einer kurzen Strecke östlich vom Papen-See am Prerow-Strom und geringer Reste bei Prahmort gänzlich zerstört. Auf die Zerstörungen dieser Halbinsel wird bei Behandlung der Deiche näher eingegangen werden.

Insel Hiddensee. Die unbedeutenden Dünen haben auf der ganzen Insel sehr gelitten und sind vorlängs des Dorfes Vitte und dessen Feldmark, sowie vor den Dörfern Plogshagen und Neuendorf, ebenso zu beiden Seiten des Durchbruchs südlich von Plogshagen ganz zerstört, während sie im Uebrigen und auch auf dem Gellen sehr gelitten haben. Gegenüber dem Dorfe Vitte hatten sich ca. 6 und in der Nähe des Durchbruches 1 Ufereinbruch gebildet. Letztere finden ihre Ursache in denselben Verhältnissen wie bei Damerow, indem kleinere Niederungen so viel Wasser bei der Sturmfluth aufgenommen hatten, dafs nach fallender See sich ein Ausstrom durch die Abwässerung bildete, welcher diese Einschnitte erzeugte.

Wittower Posthaus auf Rügen. Die geringen Dünen auf dem Bug sind sehr stark angegriffen, theilweise ganz zerstört, namentlich in dem nördlichen Theile des Buges. Der zunächst südlich von den zur Gemeinde Dranske gehörigen Grundstücken belegene Theil, der sogenannte Hals, jener dünne Anschluss des Bug an die Halbinsel Wittow ist in einer Länge von ca. 136 m so erheblich abgespült, dafs er bei einer durchschnittlichen Breite von $3_{,0}$ m an der niedrigsten Stelle nur 50 bis 60 cm noch über Mittelwasser liegt, während er zu beiden Seiten bis auf $1_{,7}$ m über dasselbe ansteigt. Der Untergrund dieses niedrig gelegenen Landanschlusses bestand aus Lehm mit einer Kiesschicht überdeckt. Da hinter demselben das Binnenwasser des Wyker Boddens belegen ist, so erzeugt sich hier eine kräftige Ueberströmung, welche einen Angriff dieser Stelle um so heftiger gestaltete und dessen Senkung verursachte. Bei der Sturmfluth vom 9./10. Februar 1874 ist die Oberfläche des Terrainstreifens bis etwas unter Mittelwasser gesunken und hat dies Veranlassung gegeben, dafs ein befestigter Rücken hier zur Vermeidung eines entschiedenen Grundbruches zum Ausbau kommt.

Thiessow an der Südspitze von Rügen. Der ganze Dünenzug von Thiessow bis Lobbe und von Lobbe bis Göhren und an der Südspitze von Thiessow ist zerstört. Der Theil des Dünenzuges von Thiessow bis Lobbe wurde am 13. November Morgens gegen 5 Uhr fortgespült und ergofs sich von da ab die Ostsee durch diesen Dünenbruch durch die Hagensche Wieck und den Zicker See in den Greifswalder- resp. Rügenschen Bodden, so dafs das Wasser hier in ca. 2 Stunden um ca. $1_{,25}$ m gestiegen sein soll, während gleichzeitig die Fluth um die Südspitze von Rügen ihren Weg nach demselben Becken nahm. Der östliche Auslauf des Thiessower Höftes, ein Vorkopf, wurde von Strömung und Seegang sehr stark angegriffen und lagen die Trümmer herabgestürzter Thonmassen in grofsen Partieen am Fufse des Höftes.

Insel Ruden. Auf der Insel Ruden sind die Dünen am östlichen Strande fast total fortgewaschen und nur an der nordwestlichen Spitze zeigen sich noch schwache Dünenkämme. Hohe gleichartige Fluthen setzen die Insel mit Ausnahme einzelner höherer Dünenkuppen ganz unter Wasser.

Regierungsbezirk Schleswig.

Eine wahre Dünenbildung im gröfseren Maafsstabe findet sich an der Ostküste von Schleswig-Holstein nicht. Auf denjenigen Uferstrecken, wo ein flacher Strand die Begrenzung der See bildet, haben die Wellen durch Auswaschen und Anhäufung groben Gerölles einen Damm aufgeworfen, den sie nur selten überschreiten. An einigen Stellen, namentlich am Schwansener Ufer und an der Nordküste von Fehmarn, sind diese Dünenbildungen in mehr als 3 m Höhe aufgehöht. Bei dieser Sturmfluth sind diese dünenartigen Dämme nicht überfluthet und auch in ihrer gut benarbten, zum Theil mit Erika anstatt der Strandgräser bestandenen Aufsendossirung intact geblieben. Die besprochene Wallbildung auf Fehmarn ist durch die Fluth sogar noch verstärkt worden, indem die von der Brandung aufgewühlten Sand- und Geröllmassen aus der See auf den Haffstock geworfen sind, und eine Erhöhung desselben, sowie die Bildung einer ungefähr 5fachen seeseitigen Böschung geschaffen haben, wobei, ohne dafs der Fufs der Düne zurückgewichen ist, die Spitze derselben um etwa 10 m weiter landeinwärts rückte, der Damm also um so viel stärker geworden ist.

Weniger widerstandsfähig hat sich der am Schmöler und Stackendorfer Strande, sowie vor den Probsteier Salzwiesen belegene Strandwall erwiesen. Derselbe hatte eine mittlere Höhe von kaum 3 m und war an niedrigster Stelle nicht unter $2\frac{1}{2}$ m hoch, bestand aus Seesand mit Strandhafer bepflanzt und hatte eine unregelmäfsige Form und Dossirung, bildete bald einen abgerundeten Rücken, bald eine mehr deichartige Form und zwar in so starken Dimensionen, dafs die Stärke des Walles, $1\frac{1}{2}$ m unter der Oberkante gemessen, wenigstens 20 bis 30 m und vielfach noch beträchtlich mehr betrug. Die Richtung des Strandwalles ging von OSO. nach WNW., so dafs derselbe in der Aufsenböschung gegen ONO. belegen bei der Sturmfluth von starkem Seegange getroffen ist.

Um 7 Uhr Morgens wurde zuerst der östliche Theil zerstört, der westliche etwa zwischen $7\frac{1}{2}$ und 8 Uhr, so dafs die Zerstörung der im Ganzen $1\frac{1}{2}$ Meilen langen Strecke in der Zeit einer Stunde vollendet worden ist, und zwar nach den an Ort und Stelle gemachten Angaben bis herab auf etwa $1\frac{1}{2}$ m unter der früheren Oberkante.

Nach den Kieler Beobachtungen hat von 7 bis 8 Uhr Morgens ein Wasserstand von $2_{,15}$ bis $2_{,23}$ m über Null stattgefunden. Wenn nun auch nicht ohne Weiteres dieselbe Wasserstandshöhe vor der betreffenden Strandstrecke angenommen werden darf, so erscheint doch so viel sicher, dafs in dieser Zeit ein Ueberlauf des $2\frac{1}{2}$ bis 3 m hohen Walles nicht eingetreten sein kann. Es ist daher die Wirkung des Seeganges und das Ueberschlagen der Wellen auf den unregelmäfsigen, wenn auch sehr breiten Sandkörper als die Ursache der Zerstörung zu constatiren.

In dem, nach Abschwemmung des oberen Theiles gebliebenen, sehr flach und gleichmäfsig dossirten festen Strandrücken, welcher etwa $1\frac{1}{2}$ m hoch über Mittelwasser liegt, sind auch einzelne Grundbrüche entstanden. Hier ist das

Digitized by Google

untere Material ungleichmäfsig und weniger fest, oder es ist der Damm an einer solchen Stelle besonders niedrig gewesen und daher hier Wasser über denselben hinweggegangen.

Die noch schwächer, nur 2 bis $2^1/_2$ m hohe Stranddüne mit etwa 12facher äufserer Anlage, mit einzelnen Strandgräsern bestanden, wie sie u. A. bei Waternoversdorf in der Hochwachterbucht, neben der beschriebenen stärkeren Düne auch am Schwansener Strande, vor der Schlei, auf der südlich von Alsen belegenen Halbinsel Kekenis u. s. w. vorkommt, hat — abgesehen von einigen Brüchen in Folge Ueberlaufens an niedrigen Stellen — in ihrer Form im Wesentlichen sich erhalten, ist jedoch durchgängig in ihrem ganzen Bestande um etwa 10 m weiter landeinwärts gerückt, wobei die Entwässerungs-Siele an der Seeseite blofsgelegt und an der Landseite verschüttet worden sind. Die See hat diese Arbeit mit einer grofsen Regelmäfsigkeit ausgeführt und wird aus der Betrachtung dieser oft meilenlang sich erstreckenden sorgfältigen natürlichen Dammbildung es verständlich, dafs der Volksglaube, welcher eine solche Wirkung sich nicht erklären konnte, die Bildung des heiligen Dammes bei Dobberan einem Heiligen zugeschrieben hat, der ihn auf Gebot der Mönche in einer Nacht zum Schutze des Klosters errichtete.

Die in den zuletzt beschriebenen Dünen vorgekommenen Brüche sind vor der Schwansener Küste ohne Ausnahme an denjenigen Stellen erfolgt, an welchen, um zum Strande zu gelangen, über die Düne gefahren worden war. Hier werden niedrige, ausgefahrene Stellen gewesen sein, über welche das Wasser zuerst hinweggetreten und mit starkem Gefälle in die hinter der Düne belegene Niederung gestürzt ist. Erhebliche Auskolkungen in dem in Mitleidenschaft gezogenen Terrain bestätigen diesen Verlauf. Es mufs daher auf die Anlage solcher Ueberfahrten eine besondere Sorgfalt verwendet werden, um derartige Zerstörungen zu vermeiden.

Die in ihren Dimensionen schwächste Dünenbildung, welche namentlich im festländischen Theile des Kreises Oldenburg vorkam, bestand aus losem Flugsande, vermischt mit Seegras und kleinem Gerölle, und erreichte fast überall nur eine gleiche Höhe von $1^1/_2$ m über Mittelwasser. Der Kamm und die landseitige Böschung war meistens nur spärlich mit Strandhafer und anderen Strandgewächsen bestanden, welche aber nicht ausreichten, um das Verwehen des Sandes und die daraus resultirende stete Veränderlichkeit der Düne zu verhindern. Dennoch boten auch diese schwachen Stranddünen einen wesentlichen Schutz gegen die geringeren Fluthen der Ostsee, indem sie von den hinter denselben belegenen Ländereien, welche zum grofsen Theile nur um wenige Fufs über den mittleren Wasserstand sich erheben, das gewöhnliche Hochwasser abhielten.

In Folge dieser Sturmfluth sind diese niedrigen Stranddämme, soweit sie dem Wellenschlage ausgesetzt gewesen sind, fast gänzlich verschwunden und in die dahinter belegenen niedrigen Ländereien gestürzt und vertrieben, so dafs jetzt eine, nur $^3/_4$ m hohe Fluth diese schon überschwemmen würde.

An methodischen Dünen-Culturen hat es an der Ostsee in diesem Regierungsbezirk bisher gemangelt. Wohl lediglich auf der Lootseninsel zu Schleimünde waren Anpflanzungen von Sandgräsern und Verzäunungen, aber immerhin nur in sehr kleinem Maafse gemacht worden. Diese sind bei der in Vorstehendem beschriebenen Verschiebung der Düne gänzlich versandet.

4. Quer-Ueberströmungen von Fahrwassern, Verflachungen, Vertiefungen etc.

Regierungsbezirk Danzig.

Eine Aenderung in der Tiefe der Einsegelungslinie des Hafens zu Neufahrwasser hat nicht stattgefunden.

Regierungsbezirk Cöslin.

Auf die Tiefe in der Mündung des Colberger Hafens hat der Sturm keine merkliche Wirkung ausgeübt. Die Mündung des Rügenwalder Hafens war dagegen so versandet, dafs hier, wo für gewöhnlich 3 m Tiefe besteht, nur noch eine Wassertiefe von etwa 2 m verblieben war.

Einen sehr günstigen Einfluls hatte der Sturm auf den Stolpmünder Hafen. Hier hatte sich eine Bank, welche sich von Westen nach Osten bewegt, so weit vor die Hafenmündung geschoben, dafs nur in der Richtung nach NO. eine $3,_{25}$ m tiefe Einfahrtsrinne offen war, so dafs das Einlaufen der Schiffe bei SW.-Winden schwierig wurde. Nach dem Sturm war dieser Sand vollständig verschwunden, und hatte sich in dem ganzen Seegatt eine Tiefe von $3,_7$ bis $4,_4$ m ausgebildet.

Regierungsbezirk Stettin.

Das Fahrwasser der Dievenow hat sich sehr verlegt. Die Sandmassen aus den Uferabbrüchen haben sich hier und in der Fahrrinne am Falkenberg abgelagert. Die Wassertiefe in der Hafeneinfahrt zu Swinemünde hat sich nicht verändert, wohingegen die kleineren Ausflüsse an der Küste, Camper-See, Rega, Liebelose, Dievenow, Schlohn — bei einer bedeutenden Verlegung nach Westen, starke aber nur kurze Zeit dauernde Verflachungen gezeigt haben.

Regierungsbezirk Stralsund.

Stralsunder Hafen. Die Wassertiefe hatte sich unmittelbar bei der Ausfahrt vom Hafen nach der Stromrinne, welche quer vom Strome übersetzt wird, etwa um 30 cm vermindert.

Fernere Abnahmen der Wassertiefen im Hafen sind nicht bemerkt. Ebenso ist festgestellt, dafs die nach dem Strom führende, gebaggerte Rinne ihre frühere Tiefe in den äufseren Theilen unverändert behalten hat.

Stadt Barth. In den zu den Schiffswerften führenden Canälen und Rinnen haben sich beträchtliche Verflachungen bis zu $1,_{25}$ m Höhe gezeigt.

Wittower Posthaus. In dem Libben und der Rinne bei Alt-Bessin sind stellenweise mäfsige Verflachungen um circa $0,_{31}$ m eingetreten.

Regierungsbezirk Schleswig.

Quer-Ueberströmungen von Fahrwassern sind nur an wenigen Orten vorgekommen und in natürlicher Folge davon auch keine erheblichen Verflachungen im Fahrwasser bemerkt worden.

Die Hafenmolen zu Burg auf Fehmarn, aus Faschinen und Steinpackung ausgeführt, reichten nur wenige Fufs über Mittelwasser hinaus. Sie waren daher bald unter Wasser gesetzt und nicht mehr geeignet, eine bedeutende Menge Seegras, welche in der Ecke zwischen der nördlichen Hafenmole und dem sogenannten Kirchberge bei Burgtiefe gelegen hatte und vom Wasser aufgenommen wurde, zurückzuhalten. Der Seetang lagerte sich in Folge davon in der gebaggerten Hafenrinne ab, wodurch deren Tiefe um reichlich $^1/_2$ m vermindert wurde.

Digitized by Google

Zu Schleimünde waren die an der Wurzel der Nordermole aufgeführte $2{,}_{6}$ m hohe und die $1{,}_{6}$ m hohe Abschlufsmauer, welche nebeneinander am NW.-Ende des Bauwerkes hinter der Düne liegen, am 12. November noch nicht hinterfüllt. Die Sturmfluth hat diese Arbeit bei der 9füfsigen Mauer auf das Vortrefflichste besorgt, die $1{,}_{8}$ m hohe Mauer aber um 3 Fufs übersandet und bedeutende Sandmassen über dieselbe hinweg in die Schlei geführt. Wirksame Anordnungen haben es freilich für dies Mal verhütet, dafs die Versandung bis in das Fahrwasser vorgedrungen ist.

Wenn im Uebrigen keine Bodenablagerungen in solchem Maafse stattgefunden haben, dafs Verflachungen oder Beengungen im Fahrwasser bemerkt werden konnten, so ist der Grund hierfür darin zu suchen, dafs in allen Engstellen und in den Hafenmündungen bei fallendem Wasser ein sehr starker ausgehender Strom ging.

Besondere Vertiefungen durch diesen Sturm sind jedoch nur im Eckernförder Hafen aufgefallen. Hier ist der, das Windebyer Noor abschliefsende Damm durch die Sturmfluth weggerissen worden, worauf die Fluth in das etwa $^{1}/_{9}$ □Meile grofse Binnenbassin, das Windebyer Noor, eingedrungen ist und das Material des Dammes in grofsen Bänken in dem Noor abgelagert hat. Das hier eingedrungene Wasser hat bei dem Ablaufen in den engen Theil des innern Hafens Ausspülungen bis zu 3 m Tiefe und selbst auf der Barre vor dem Hafen noch eine Vertiefung von $0{,}_{7}$ m verursacht.

B. Künstliche Uferschutzbauten.

1. Buhnen.

Regierungsbezirk Cöslin.

Die Pfahlbuhnen vor dem hohen thonigen Ufer bei Jershöft haben sich gut bewährt und zu dem Schutz des Ufers wesentlich beigetragen. Die Construction derselben besteht aus 2 Reihen Pfähle von circa $0{,}_{18}$ m Stärke, welche dicht neben einander geschlagen sind, so dafs die Fugen der inneren Reihe durch die Pfähle der zweiten dicht anstehenden Reihe gedeckt werden. Diese doppelte Pfahlwand ist in Mittelwasserhöhe oder $0{,}_{15}$ m darüber horizontal abgeschnitten und verläuft unter der Strandböschung ohne einen besonderen festen Anschlufs an das hohe Ufer. Sie hat den Zweck, die Tiefe vom Strande fern zu halten, den Vorstrand durch Ansammlung von Sand zu verbreitern und damit der Cultur der Vordüne förderlich zu sein, ohne die natürliche Strandneigung zu alteriren, was mit einer höheren Krone der Werke nicht erreicht werden würde. Partiell hat auch die Herstellung nur einer Pfahlreihe schon dem Zwecke genügt.

Diese Pfahlbuhnen haben sich gut gehalten. Nur drei am östlichen Ende des Systemes liegende Buhnen sind hinterspült und wurzellos geworden.

Wenn auch nicht gerade tiefe Löcher ausgerissen sind, so wird doch der Anschlufs in den Vorstrand wieder hergestellt werden müssen.

Regierungsbezirk Stralsund.

Insel Zingst. Die Pfahlbuhnen, welche vorlängs des Seestrandes zur Beförderung der Anlandung hergestellt sind, sind vielfach beschädigt und namentlich sind von den aus einer Reihe Pfählen bestehenden, sowohl an den Köpfen als aus der Mitte, vielfach Pfähle herausgerissen; auch sind die Pfahlwerke im Anschlufs an den Strand gröfstentheils von der Fluth umlaufen. Seit der Fluth sind an den meisten Pfahlwerken von Neuem Verlandungen entstanden. Diese Zerstörungen gehen im Ganzen über das Maafs der gewöhnlichen Destructionen hinaus. Die nach dem Sturm vom 9./10. Februar 1874 örtlich besichtigten gleichartigen Werke vor dem Einbruch in den Strand bei Damerow, Regierungsbezirk Stettin, zeigten eine gleiche Charakteristik. Beide Punkte sind darin übereinstimmend, dafs die Fluth die Niederung überströmte und dafs sowohl die eingehende Fluth den aufgewühlten Sand des Vorstrandes nach Binnen nahm, als auch die ausgehende Fluth das etwa noch bestehen gebliebene Material weiter nach See warf, wodurch die Wasserlinie erheblich zurückweichen mufste. Aufserdem traten die Werke, besonders durch den ein- und ausgehenden Strom, in einen wesentlich anderen Angriff, als für den sie bestimmt sind, nämlich für einen Küstenstrom parallel zur Strandlinie. Gerade hierin werden aber die abnormen Zerstörungen und Umgehungen zu suchen sein, welche sonst an keinem anderen Punkte der Küste erschienen sind.

Insel Hiddensee. Die Insel Hiddensee ist südlich des Dorfes Plogshagen durchbrochen und der Durchlauf ist durch 2 Coupirungen von Senkfaschinen, die circa $2{,}_{3}$ m unter Mittelwasser liegen, durchbaut.

Eines der von Pfählen hergestellten Flügelwerke in der Nähe der Coupirung ist zerstört. Die Coupirung selbst hat nicht gelitten und sind sogar an beiden Uferanschlüssen nach dieser Fluth nicht unbeträchtliche Verlandungen wahrnehmbar, während auch innerhalb der Coupirung sich eher Verflachungen als Vertiefungen zeigen.

Regierungsbezirk Schleswig.

Als Uferschutzbauten sind zunächst die Steinbuhnen bei Bülkerhuck, cf. Blatt P, zu betrachten. Dieselben sind in den Jahren 1870/71 angelegt, um den sehr exponirten Leuchtthurm zu schützen. Es sind deren sieben, von denen die Endbuhnen VI und VII in der Linie ihrer Krete vom mittleren Wasserstande bis zur früheren Terrainhöhe des hohen Ufers, d. h. bis auf $2{,}_{13}$ m hinaufsteigen, während die Buhnen I bis V in der Höhe des täglichen Wassers mit ihren Wurzeln im Vorstrande liegen und nur bis zum Fufse des früheren hohen Ufers sich erstrecken.

Die Widerstandsfähigkeit der Buhnen hat ergeben, dafs die 5 kleinen keinen Schutz gegen den Abbruch gewährt haben. Eine besonders günstige Wirkung der Buhnen Nr. VI und VII ist ebenfalls nicht zu erkennen, letztere scheint jedoch auf die Ablagerung des abgebrochenen Materials nicht ohne allen Einfluls gewesen zu sein. Dagegen hat ein schon länger vorhandener Steindamm Nr. VIII zum Auffangen des abgeschwemmten Bodens beigetragen.

Die Buhnen sind als Steinböschungen hergestellt, welche gegen eine geschlagene doppelte Pfahlwandung geschüttet und abgepflastert mit $1\,^{1}/_{2}$ facher Seitenböschung versehen sind. Die grofsen Buhnen haben sich bei dieser Sturmfluth sehr gut gehalten, nur in dem oberen Theile derselben sind einige Steine verschoben worden, andere herausgefallen. Die kleineren Buhnen, welche von der Uferlinie bis zum Kopfe horizontal liegen, haben rücksichtlich des flachen Strandes neben der Pfahlwand durchgängig nur kleine Steine, die von dem Seegange mehr oder weniger auseinander geworfen werden und auch bei jüngster Gelegenheit nicht verschont geblieben sind. Dafs diese leicht aufgeführten Werke nicht mehr

ed by Google

gelitten haben, begründet sich wohl auf deren niedrige Lage, in Folge welcher sie 3 m tief unter Wasser gewesen sind.

2. Steinwerke und Steindecken.

Regierungsbezirk Stettin.

Das Steindeckwerk am Fufse des thonigen Ufers von Grofs-Horst hat sich gut gehalten, jedoch wegen seiner niedrigen Lage ein Abwaschen des Thonufers nicht verhindern können.

Regierungsbezirk Stralsund.

Insel Hiddensee. Die Steinbuhnen am Dornbusch haben sich im Ganzen recht gut gehalten und sind sogar an einigen Stellen erhebliche Versandungen eingetreten. Dagegen ist zwischen zwei Steinwerken das Ufer herabgestürzt und ein Steinwerk fast ganz zertrümmert und eingesandet, es ist also das Hochufer angegriffen worden.

Wittower Posthaus. Die Uferbauten, Steinbuhnen und Fangzäune haben sich im Ganzen gut bewährt.

Arcona und Vitte auf Wittow. Die Uferbordirung am hohen Ufer bei Arcona, welche aus einem Steinrevetement bestand, das auf dem blofsen Kreideufer ruhte und sich am Fufse gegen eine Pfahlreihe stützte, wurde am 12. November gegen Abend von beiden Enden hinterwühlt, am 13. Morgens von 3 bis 10 Uhr von der Brandung überstürzt. In Folge dessen wurde die Steinbordirung, namentlich im oberen Theile hinterwaschen, die Steine durch den Seegang herabgeworfen und weggetrieben. Die Steindecke ist dadurch auf ca. die Hälfte ihrer Fläche ganz zerstört, ein ferneres Viertel derselben arg beschädigt und auch im übrigen Theile mehr oder minder gelockert. — Die vor das Ufer vorgelegten Steinwerke haben weniger gelitten, wahrscheinlich weil bei ihrer tieferen Lage der Angriff des Seeganges auf dieselben von geringerer Intensität war. Nur drei der qu. Steinwerke sind stark beschädigt, ja fast ganz zerstört, während die übrigen sich ziemlich gut gehalten haben.

Die vor dem thonigen Ufer bei dem Dorfe Vitte angelegten Futtermauern wurden am 12. November Abends von der Nordseite her bei nördlicher Strömung hinterwühlt und später durch die über die Oberkante derselben hinweggehende Brandung gänzlich zerstört, die Steine vom Seegange mit fortgerissen. Die Mauern sind nahezu lothrecht und trocken ohne Mörtel aufgeführt worden.

Insel Ruden. Die Steinwerke am nordöstlichen Strande haben sich ziemlich gut erhalten, während die am östlichen Strande durch Herausreifsen von Steinen mehr oder minder beschädigt sind. Im Allgemeinen sind diese Werke an den Wurzeln von dem Sandstrand abgetrennt, und da sie meistens nur aus kleineren Steinen bestehen, welche zwischen stark construirten Flechtzäunen ruhen, so sind diese Steine herausgeworfen und liegen theilweis zur Seite der Werke.

Thiessow. An der Südspitze von Rügen auf Mönchgut ist ein Theil Steinwerke ausgeführt, welche aus gröfseren Steinen bestehen, die ebenfalls wie auf dem Ruden zwischen starken Flechtzäunen ruhen, aber sorgsamer in der Krone abgepflastert wurden. Dieselben hatten bisher guten Widerstand geleistet. Sie liegen mit der Spitze auf Mittelwasserhöhe, mit der Wurzel $1{,}_{6}$ m über Mittelwasser und hat die Krone eine Neigung von 1 : 20. Dieselben hatten eine grofse Sandstrandverbreiterung erzeugt und einen sehr guten Uferschutz abgegeben.

Bei der hohen Fluth ist aber das Thonufer erreicht, abgespült und es sind die Buhnen sämmtlich an der Wurzel losgetrennt. Die dem Wellenandrange am meisten exponirten Steinwerke sind durch Herauswerfen der Steine zerstört, welche sich seitwärts der Werke auf der Seeseite des Sturmes ablagerten. An den Holsteinischen Küsten, wo in Stelle der Flechtzäune eine dicht geschlossene Pfahlwand die Einfassung bildet, gegen welche die Packung mit grofser Festigkeit eingelegt ist, ist ein Herauswerfen der Steine selten eingetreten.

Greifswalder Oie. Von den hier angelegten Steinwerken haben alle mehr oder minder gelitten und sind sammt und sonders reparaturbedürftig. Am meisten hat ein Steinwerk nach O. gelegen gelitten, welches auf ca. 45′ oder $14{,}_{1}$ m aufgebrochen ist, und dessen Steine von der See mit fortgerissen sind.

Regierungsbezirk Schleswig.

Die zum Schutz von Uferstrecken oder an Wegedämmen etc. hergestellten Steindecken haben — abgesehen von der Schutzabdeckung am Haddebyer Damm, vis-à-vis von Schleswig, welcher ohne Grundbettung aus unregelmäfsigen Steinen hergestellt war — durch den directen Wellenstofs gar nicht gelitten, sondern sind, einerlei ob mit flacher oder mit steiler Anlage, unversehrt geblieben, wenn das Terrain hinter denselben oder die Krete nicht ausgewaschen ist. Wo letzteres eintrat, sind dagegen die Steine nach hinten geschleudert worden.

Das grofsartigste Bild einer derartigen Zerstörung liefert die Steindecke vor dem Grofsherzogl. Oldenburgischen Dorfe Niendorf, nordwestlich von Travemünde, in der Neustädter Bucht, und mag daher eine Beschreibung dieser Devastation folgen:

„An dem Niendorfer Strande wurde im Jahre 1869 die jetzt zerstörte Steindecke circa 460 m lang hergestellt. Da die Hochwasser der vorhergehenden Jahre den dortigen Uferschutz zu wiederholten Malen vernichtet hatten, so wurde dieser Bau erst nach sorgfältiger Erwägung ausgeführt. Die Decke bildete im Querprofil einen Kreisbogen von $6{,}_{3}$ m Radius, der einem Kreisabschnitte angehörte von $0{,}_{42}$ m Pfeilhöhe, welcher mit der hohlen Seite nach oben auf einer $1\frac{1}{2}$ fachen dossirten Böschung ruhte und nach unterwärts so weit verlängert war, dafs die ganze Bogenhöhe $6{,}_{9}$ m betrug. Die Krete lag $3{,}_{72}$ m, der Fufs $0{,}_{29}$ m über Mittelwasser und der längs der Krete in $1{,}_{72}$ m Breite abgepflasterte Fufsweg hatte landeinwärts $0{,}_{07}$ m Fall. Die Steindecke war in Grand gebettet, der durch eine $0{,}_{14}$ m starke Lehmlage vom unterliegenden Sande getrennt war. In dem Grande waren Sammelsteine bis zu 10 Pfd. Schwere verarbeitet. Die Revetementssteine hatten als Minimal-Abmessungen $0{,}_{43}$ m Höhe und ein Minimal-Gewicht von 200 Pfd. Die Steine waren gut aneinander gepafst und von unten sorgfältig mit keilförmigen Steinstücken so verzwickt, dafs die rücklaufende Welle keinen Grand aus den Fugen werfen konnte. Im Laufe der Zeit war die Dossirung bis zur halben Höhe mit Sand bedeckt worden und befand sich bei dem Eintreten dieser Sturmfluth in unversehrtem Zustande.

Am 12. November Nachmittags 6 Uhr, als das Wasser $1{,}_{5}$ m über Mittelwasser stand, sind die ersten Spritzwellen

Digitized by Google

über die Steindecke gegangen, und bis 4 Uhr Morgens am 13. ist kein Schade an ihr zu entdecken gewesen. Später hat die Steindecke die obere Hälfte verloren. Sie ist erst gebrochen, als das inzwischen höher steigende Wasser den Sand auf der Rückseite der Krete wegspülte. Da mufste es natürlich ein Leichtes sein, die Steine von oben Schicht nach Schicht abzureifsen. Steine von mehr als 1000 Pfd. Gewicht hat das Wasser fortgeschleudert und liegt aller Abbruch landeinwärts."

Dagegen hat z. B. die aus rauhen Steinen auf Grandbettung hergestellte Steinböschung am Grofsen Gottorfer Damm bei Schleswig sich gehalten, obgleich dieser Damm $1_{,3}$ m hoch unter Wasser gesetzt und an 4 Stellen von innen her, aber immer so glücklich gebrochen war, dafs das äufsere, gut befestigte Bankett, gegen welches die Böschung sich anlehnte, erhalten blieb.

Aehnliche Verhältnisse nach der einen oder anderen Richtung haben sich auch anderwärts, z. B. bei Eckernförde, Apenrade u. s. w. gezeigt.

Es kann daher als feststehend betrachtet werden, dafs auf Grand gebettete, aus rauhen Steinen hergestellte Decken über Thonufer in zweifacher oder anderthalbfacher Böschung dem Wellenschlage vortrefflich widerstehen, so lange ihre Krete nicht überfluthet wird, und dafs sie auch in dem Falle einer vollständigen Ueberschwemmung sich noch bewähren, wenn die Dammkrone nicht ausgewaschen wird, dafs sie aber verloren sind, wenn die Krete weggewaschen wird oder bricht, da die Oberkante der Böschung hiermit ihren Halt verliert.

Bei der Herstellung derartiger Decken wird daher das Bestreben darauf gerichtet sein müssen, die Krete wasserfrei zu legen oder, wenn solches nicht geschehen kann, dieselbe möglichst widerstandsfähig gegen die Angriffe der See zu construiren.

3. Deiche und Dämme.

Regierungsbezirk Stettin.

Der Faschinendamm in Swinemünde in dem Festungsgraben zwischen dem Leuchtthurm und der Ostmole ist gänzlich zerstört und diese Passage durch eine Nothbrücke wieder hergestellt.

Der Damm auf dem linken Ufer der Swine, vom Bauhof nach der Lootsenwarte ist durch Ueberströmung in seiner ganzen Länge stark beschädigt worden.

Der Strafsendamm zwischen Bannemin und Hammelstall ist durch die Fluth stark beschädigt worden. Die Bewohner von Hammelstall hatten den Damm durchstochen, um dem Wasser einen schnelleren Abfluls in das Achterwasser zu geben.

Regierungsbezirk Stralsund.

Insel Zingst. Die Seedeiche auf Zingst haben durch die Ueberfluthung sowohl, als durch das rücklaufende Wasser ganz erheblich gelitten und ist der Deich auf durchschnittlich $^1/_6$ seiner Länge zerstört; auch sind hierbei vielfach tiefe Auskolkungen entstanden.

Weniger haben die Binnendeiche bei Zingst gelitten, welche wenigstens bezüglich ihres Körpers nur unbeträchtliche Beschädigungen aufweisen. Dagegen ist der Müggenburger Binnendeich, namentlich vor der alten Straminke beträchtlich beschädigt. Es wird hier auf die Art der Zerstörung näher einzugehen sein. Der Seedeich lag ca. 95 m von der Wasserlinie entfernt, war 2 m über Mittelwasser hoch, hatte 2fache innere und 3fache äufsere Böschung. Das einzig vorhandene Material ist Dünensand, welcher mit $0_{,13}$ m starken Rasendecken abgedeckt war und eine dichte Benarbung zeigte.

So lange die Fluth die Deichkrone nicht überschritt, haben die Deiche, trotz ihrer leichten Construction bei $1_{,25}$ m Kronenbreite sich wehrfähig behauptet. Mit der Ueberfluthung dagegen wurde die Krone und Binnenböschung zerstört und damit der Fall des Deiches eingeleitet. Da jener Deich für die Passanten einen bequemen Fufsweg auf seiner Krone geboten hatte, so war die Grasnarbe auf derselben vielfach abgestorben und diese Punkte waren es hauptsächlich, bei denen die Ueberfluthung die ersten Zerstörungen anrichtete, während ganze Deichstrecken wohlerhalten geblieben sind, indem der schnell wachsende Binnenwasserstand im Polder auf diesen Strecken die Angriffe der Ueberströmung mäfsigte.

Da die Durchbrechung des Seedeiches hauptsächlich vor dem Orte Zingst erfolgte, so trat der Hauptstrom durch den Ort selbst unter begleitendem starken Seegange und verursachte hier an den Wohnstätten die erheblichsten Zerstörungen. Der eingehende Strom, welcher hauptsächlich die grofsen Binnenbecken auszufüllen hatte, trat bei dem entstehenden starken Gefälle nach binnen mit grofser Gewalt auf und die Wasserstandscurve Blatt I. für Barth zeigt das rapide Wachsen des Binnenwassers, als die Höhe von 2 m über Mittelwasser durch die Fluth überschritten war. Die Binnenbecken erreichten hierdurch einen Wasserstand von $2_{,83}$ m. Die Wasserstandscurve Blatt M für Barhöft läfst ferner das rapide Fallen der Fluth erkennen, während die gleiche Curve für Barth die entgegengesetzte Erscheinung klar stellt. Die Curve des Abfallens der Fluth bei Barth blieb nach der Situation von 2 Abflüssen abhängig. Einmal mufste das Wasser bei Barhöft in See abtreten, zugleich konnte dasselbe seinen Abfluls über die niedrige Halbinsel Zingst nach See finden. Letzterer Strom konnte jedoch nicht hinreichend wirken und so sieht man die fallende Curve bei Barth nur langsam sich senken. Diese Senkung nimmt noch mehr ab, als die Fluth in den Binnenbecken bis zu $1_{,5}$ m über Mittelwasser zurückgegangen war und sie nur noch den Ausfluls bei Barhöft offen fand, die Halbinsel auf circa $1_{,5}$ m über Mittelwasser liegt. Der starke rücklaufende Strom quer über die Halbinsel nach See hatte indefs neue sehr nachtheilige Zerstörungen im Gefolge, denn durch ihn ward nicht allein der ganze Vorstrand von Sand entblöfst, welcher nach See geworfen wurde, so dafs der ganze Vorstrand fast nur die schwarze Torfnarbe des Untergrundes zeigte, sondern es wurde auch die Kante des grünen Landes in Abbruch versetzt und diejenigen Kanten, welche besonders tief lagen, mufsten schliefslich allein den Strom aufnehmen, welchen die tieferen Senkungen auf diese Stellen concentrirten. In Folge dessen bildeten sich tiefe Wasserläufe aus, in welchen grofse Rasenflächen hineinhingen und diese Wasserläufe wurden tief in das Binnenland eingeschnitten. Mit diesem ausgehenden Strome war also eine völlige Zerstörung des Vorstrandes und der anschliefsenden Wiesenflächen eingetreten, während auf Letzterem noch weiter landeinwärts grofse Sandflächen lagern, welche der eingehende Strom beim Wachsen der Fluth von den Dünen nach binnen geführt hatte.

Genau dieselbe Erscheinung in allen Details war auch auf dem Fischlande südlich von Wusterow eingetreten. Diese Zerstörungen haben Veranlassung gegeben, die Eindeichung nicht blos aus Rücksicht auf die Deckung der Ortschaften und Ländereien wieder herzustellen, sondern auch zur Erzielung eines guten Vorstrandes in ganzer Länge über diese Halbinsel auszudehnen, damit die ein- und ausgehende Strömung abgesperrt wird und die Wirkung der Strandbauten gesichert bleibt.

Wolgast. Diese schwachen Deiche vorlängs der Peene zum Schutze der dahinter liegenden Grundstücke haben durch das übersteigende Wasser sehr gelitten und sind sehr versackt.

Wiek bei Greifswald. Die den Rykfluſs einfassenden Deiche sind überfluthet und haben hierdurch wie durch den Rücklauf des Wassers vielfache Durchbrüche erlitten.

Regierungsbezirk Schleswig.

Eng mit der Düne in Verbindung standen zum Theil die an den Ostseeküsten vor den Niederungen angelegten Deiche, und hatte besonders der Kreis Oldenburg derartige gröfsere Anlagen aufzuweisen, welche fast ohne Ausnahme durch die Sturmfluth zerstört worden sind.

Vor dem Gruber See hat auf dem dünenartigen Strandrücken ein Deich gelegen, welcher aus Sand aufgefüllt, $3{,}_{58}$ m über dem dort ermittelten täglichen Wasserstande der Ostsee lag, $3{,}_{0}$ m Kronenbreite und zweimalige besodete Binnen-Dossirung, sowie viermalige Aufsen-Dossirung, bis auf $2{,}_{2}$ m über Mittelwasser hatte, von wo ab die Böschung dem bestehenden Strandprofile sich anschlofs.

Krone und der obere Theil der Aufsen-Dossirung waren mit Strandgräsern besamt, der untere Theil der äufseren Böschung und der Strand, bis auf etwa 3 m vom Deichfufse, waren mit einer Geröllschicht geschützt, welche im Anschlufswinkel eine Mächtigkeit von $0{,}_{3}$ m gehabt hat, und sowohl abwärts nach dem Strande hin, als aufwärts bis zur Mitte der Aufsen-Böschung schwach anslief. Der Aufsenstrand ist bis zu einer Höhe von ca. 1 m über Mittelwasser mit Strandhafer bepflanzt gewesen.

Der Deich vor dem Klostersee, ebenfalls ein Sanddeich auf dem Strandrücken, hatte etwas schwächere Dimensionen, $3{,}_{44}$ m Kronenbreite, $3{,}_{44}$ m Höhe über Null und besodete viermalige Aufsen- und zweimalige Innendossirung.

Der Deich vor dem Klostersee ist durch die Sturmfluth am 13. November um 6 Uhr Morgens, der von dem Gruber See um 7 Uhr vollständig zerstört und zwar in solchem Umfange, dafs von dem Letzteren kaum mehr die Stelle zu finden ist, auf welcher derselbe gestanden hat.

Der höchste Stand der Ostsee daselbst ist von dem Ingenieur Bong-Schmidt Nachmittags $2\frac{1}{2}$ Uhr mit $3{,}_{2}$ m über Mittelwasser markirt worden.

Das Höhenmaafs stimmt sehr nahe mit der Kieler Beobachtung überein. Man wird daher der Wahrheit nahe genug kommen, wenn man für die Morgenzeiten des 13. November ebenfalls Uebereinstimmung annimmt, dabei aber berücksichtigt, dafs — weil der höchste Wasserstand in der Neustädter Bucht um eine Stunde früher eingetreten ist, als in der Kieler Bucht — auch die früheren, übereinstimmenden Wasserstände vor der Gruber- und Klostersee-Niederung um etwa eine Stunde früher als in Kiel eingetreten sein mögen.

Nach den Beobachtungen der Kaiserlichen Werft in Kiel unter der Berücksichtigung, dafs der dort beobachtete Stand von 7 resp. 8 Uhr Morgens, in der Neustädter Bucht bereits um 6 resp. 7 Uhr eingetreten ist, stand hier das Wasser:

Morgens 6 Uhr $2{,}_{15}$ m über Null,
- 7 - $2{,}_{33}$ m - -

Daher sind diese Deiche von dem Klostersee und von dem Gruber See bereits zerstört, als die Kronen derselben noch resp. $3{,}_{44} - 2{,}_{15} = 1{,}_{29}$ m und $3{,}_{80} - 2{,}_{33} = 1{,}_{47}$ m hoch über dem zeitigen Niveau der Ostsee sich befanden.

Es ist daher für diese Deiche zu constatiren, dafs die rapide Zerstörung derselben und zwar schon bei einem Wasserstande, der bei dem Grubersee-Deiche noch vollständig innerhalb der Gewölbedeckung der Siele sich hielt, lediglich als eine Wirkung des Seeganges auf das lose Sand- und Soden-Material der oberen viermalig nach Aufsen dossirten Deichböschung anzusehen ist.

Diese Thatsache wird bestätigt durch die an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen, namentlich durch die Wahrnehmung von Einwohnern des Dorfes Dahme, welche am Morgen des 13. November die Deichkrone noch betreten konnten und bemerkt haben, wie die äufsere Deichböschung vollständig fortgespült war und der Deich daher gegen die Angriffe des Meeres nur noch eine nach Aufsen senkrechte Wand bildete.

Die Deiche auf der Insel Fehmarn waren zum Theil noch in der Anlage begriffen. Sie sind, soweit sie aus Sand und Gerölle erbaut waren, ebenfalls ohne Ausnahme fast gänzlich weggerissen worden, während die aus bindigerem Material und Lehm erbauten Deiche, trotz unzulänglichen Besticks, theilweise erhalten sind.

Eine Beschreibung ihrer Construction und der Art ihrer Zerstörung darf hier weggelassen werden, da diese Deiche beinahe alle durch das an offenen Stellen eingetretene Wasser von innen, also von einer Seite angegriffen worden sind, welche darauf, dem Seegange Widerstand zu leisten, nicht eingerichtet war.

Der Barsbecker Deich, vor einem Theile der Probsteier Salzwiesen, besteht nicht aus Sand, sondern aus bindender Deicherde. Derselbe ist etwa von S. nach N. gerichtet, liegt in der Aufsendossirung nicht gegen östliche Winde, hat also bei der Sturmfluth einen so starken Seegang, wie die Deiche im Kreise Oldenburg, nicht auszuhalten gehabt. Der Deich hat eine Länge von $2{,}_{2}$ km, eine mittlere Höhe von $2{,}_{29}$ m, eine geringste Höhe von $2{,}_{02}$ m über Kieler Null. Er ist daher niedriger als die Gruber- und Klostersee-Deiche. Ferner hat der Deich im Mittel etwa 2 m Kronenbreite und besodete Dossirungen, mit nach Aufsen 3 bis 4maliger, nach Innen 2maliger Höhe zur Anlage.

Bei ungenügendem Bestick sind Morgens zwischen 9 und 10 Uhr, als das Wasser über den niedrigen Deich hinwegtrat, an einzelnen Stellen Grundbrüche entstanden. Ein wesentlicher Unterschied zwischen diesen Schäden und der vollständigen Zerstörung der Oldenburger Deiche ist darin zu finden, dafs der Barsbecker Deich zwar Bruchstellen hat, aber reparaturfähig als Deich bestehen geblieben ist, während die anderen Deiche bis zu einer gewissen Höhe ganz verschwunden sind.

Digitized by Google

Dieser Umstand ist allein dem widerstandsfähigeren Materiale zuzuschreiben, und hat es hier sich bestätigt, dafs die Lehmdämme den Angriffen der See mit Erfolg zu widerstehen vermögen, während die Sanddeiche ungleich weniger widerstandsfähig sind, eine Erfahrung, welche allerdings schon bekannt ist, deren Werth aber da illusorisch wird, wo eben keine anderen Materialien als Sand zu Gebote stehen und wo daher nur flache Böschungen eine Ergänzung für den Widerstand bilden können.

Diese Erfahrung ist auch namentlich an den der Sturmfluth ausgesetzt gewesenen Wegedämmen gemacht worden.

Das reichste Feld bietet in dieser Beziehung die Eckernförder Bucht und darf mit Rücksicht auf das Interesse, welches die besonders schwer heimgesuchte Stadt Eckernförde erweckt hat, hier verweilt und eine Terrain-Schilderung den Bildern der Zerstörung vorangeschickt werden.

Den westlichen Abschlufs der Eckernförder Bucht bildet die Stadt Eckernförde und die Strand-Chaussee von hier nach Kiel.

Die Stadt Eckernförde liegt auf einer Halbinsel, die sich in ihrem höchsten Punkte $3,_2$ m über den Mittelwasserstand der Ostsee erhebt. Diese Halbinsel trennt das Windebyer Noor von der Eckernförder Bucht. Nördlich der Stadt liegt der Hafen in einer Breite von ca. 80 m, welcher die Verbindung zwischen dem Noor und der Bucht vermittelte. Diese Verbindung war indessen im Jahre 1856 durch Herstellung eines Dammes durch den Hafen abgeschnitten worden, so dafs die hohen Wasserstände der Bucht nicht mehr auf das Noor einwirken konnten und nur eine Entwässerung des Noors durch ein, bei steigendem Aufsenwasser sich schliefsendes Siel in den Hafen stattfand.

Zerstört sind sowohl der soeben beschriebene Damm als die Chaussee nach Kiel.

Der Damm, etwa 7 m breit, war aus Sand geschüttet und lag mit seiner Krone etwa 2 m über Mittelwasser; die Fahrbahn war gepflastert und hatten die Banketts eine Befestigung durch Theer-Concret erhalten. An der Hafenseite war eine Stützmauer von Granit auf Schwellrost in mittlerer Wasserstandshöhe über Faschinenpackung, ursprünglich so hoch aufgeführt gewesen, dafs die Oberkante der Mauer in die Planumskante fiel.

Eine Senkung in den Faschinen hatte es nöthig gemacht, später oberhalb der Mauer eine Erdböschung herzustellen, welche zur Zeit der Sturmfluth gut benarbt war. Die vorderseitige Böschung war mit 2facher Anlage versehen und am Fufse mit einer Steinschüttung gesichert.

Am Abend des 12. November ist an der einen Seite des Dammes ein Durchsickern des Wassers bemerkt worden. Am 13. Morgens um 8 Uhr sind die ersten Abbrüche am Damm erfolgt, und nach $1^1/_2$ Stunden ist derselbe ganz verschwunden gewesen. Am 18. November war an der Stelle, wo der Damm gestanden hatte, eine Wassertiefe von $2,_2$ m unter Null.

Um 8 Uhr Morgens am 13. November hat das Wasser im Kieler Hafen eine Höhe von reichlich $2,_2$ m erreicht, und da im Eckernförder Hafen ähnliche Verhältnisse obgewaltet haben, so darf angenommen werden, dafs der Damm um diese Zeit überfluthet worden und in Folge davon gebrochen ist; die Aussagen von Augenzeugen bestätigen diesen Verlauf.

Der durch die Wiesen vor dem Goossee u. s. w. längs dem Strande an der Eckernförder Bucht nach Kiel führende Chausseedamm war aus Sand geschüttet und mit Lehmböschungen versehen, welche sich auf den flachen sandigen Vorstrand aufsetzten.

Die Höhe des Dammes betrug $3,_2$ m über Mittelwasser. Derselbe ist also nicht überfluthet gewesen, sondern sind die hier entstandenen 3 Durchbrüche durch den Seegang bewirkt. Auf langen Strecken steht die seeseitige Lehmböschung während der ganze übrige Theil der Chaussee verschwunden ist.

Die Durchbrüche sind an denjenigen Stellen erfolgt, an welchen Abfahrten nach dem Strande führten, und in Folge davon die schützende Lehmdecke und der Rasenbelag unterbrochen waren. Ein deutlicher Beweis für den Werth, welcher dem Lehm gegenüber dem Sande beizulegen und welche Vorsicht bei Deichen und Dämmen den Abfahrten zuzuwenden ist. Noch ist hierbei zu erwähnen, dafs bei Ueberströmungen eine Chaussirung dem Pflaster vorzuziehen bleibt, da auch sie vermöge ihrer Dichtigkeit eine bessere Gewähr gegen Zerstörungen bietet.

Eine Aufzählung aller noch weiter an Dämmen und Deichen beobachteten Zerstörungen würde nur ermüden, und steht es nach den hier angeführten Erscheinungen auch schon fest, dafs in der Wahl des, zu Dammbauten, welche entweder dem Seegange oder dem überlaufenden Wasser widerstehen sollen, zu verwendenden Materials Sorgfalt geübt werden mufs und — wenn zur Schüttung Lehm zu schwierig zu beschaffen ist — jedenfalls der Sandkörper mit Lehmböschungen zu versehen sein möchte, wenn nicht noch aufserdem Steinrevetements in Aussicht genommen werden müssen.

C. Hafen- und Schifffahrtsbauten.

1. Hafeneinfahrten.

Regierungsbezirk Danzig.

Nachtheilige Einwirkungen der Sturmfluth auf die Hafenbauten zu Neufahrwasser haben nicht stattgefunden.

Regierungsbezirk Stettin.

Das Pfahlwerk (vorgeschobene Werk resp. der Kopf der Ostmole) in Swinemünde hat sich im Ganzen sehr gut gehalten. Einige Betonblöcke in demselben, welche die Steinpackung belasten, sind verschoben; ein Block ist zertrümmert; eine Strebe ist zerbrochen, und 2 Pfähle an der Seeseite sind unter dem Brustriegel abgebrochen. Ein Theil der Füllsteine zwischen den Betonblöcken ist herausgeschleudert.

Die Blöcke, welche auf der Brustmauer und der Molenkrone vorräthig gehalten wurden, sind durch die überbrechenden Wellen heruntergeworfen und lagerten an der hafenseitigen Dossirung der Mole. Unmittelbar neben dem kleinen Leuchtthurme ist das Pflaster der Mole aufgerissen. Die oberste Mauerschicht der Brustmauer ist an mehreren Stellen durch die von der Seeseite her aufgeworfenen grofsen Steine beschädigt; die Ueberpflasterung der Mole ist an wenigen Stellen abgehoben worden; die beiden in diesem Jahre angelegten kurzen Aufsenbankette sind zerstört; an dem seeseitigen Steinwurf, von der Winkbaake bis zum alten Molenkopf, zeigen sich viele Verschiebungen und Veränderungen gegen den früheren Zustand. Diese Schäden sind jedoch nicht zu einer gefahrdrohenden Bedeutung angewachsen.

Digitized by Google

Eine sehr grofse Menge von Steinen ist von der See über die Mauer in den Hafen geworfen. Bei Aufräumen der in dem Steinkörper der Ostmole neben der Leuchtbaake entstandenen Lücke zeigten sich unter der obersten starken Pflasterschicht, welche sich gewölbartig gegen die Fundamente der Brustmauer einerseits und der Leuchtbaake andererseits stützt, grofse Höhlungen.

Regierungsbezirk Schleswig.

Hier ist nur der Hafenbauten von Schleimünde zu gedenken.

Dafs der Angriff der See hier ein sehr wuchtiger gewesen ist, geht schon aus dem Früheren hervor, aber dennoch haben an der neu erbauten Nordermole nur die unfertigen Ausführungen Schaden gelitten, während dagegen der Kopf der alten, den Umbau noch erwartenden Südermole mit der Baake vollständig rasirt worden ist und sämmtliche provisorische Bauten, sowie das alte Lootsen-Etablissement gänzlich zu Grunde gegangen sind. Die neue Mole ist im Obermauerwerk von 2 Stützmauern eingeschlossen, von denen die seeseitige, welche die $1{,}_{13}$ m hohe, mit ihrer Oberkante $3{,}_{44}$ m über Mittelwasser liegende Brüstung trägt, nach dem Emyschen Profile ausgeführt ist.

Die innere Mauer ist $2{,}_{56}$ m hoch über Mittelwasser und steht von der Ersteren in solcher Entfernung, dafs die Mole ohne die Brüstung $3{,}_{44}$ m Breite hat, der Zwischenraum ist, soweit der Bau an beiden Seiten von Wasser berührt wird, mit Gerölle, landwärts mit reinem Seesande ausgefüllt und in der oberen Bahn gepflastert.

Am Kopf erweitert sich die Mole kreisförmig zu einem Durchmesser von $7{,}_{8}$ m zwischen den Brüstungen und zeigt das Profil hier rund herum die Emysche Curve. Auf dem Centrum des Molenkopfes steht der Leuchtthurm.

Der Fufs der concav profilirten Mauer ist durch eine, von $0{,}_{8}$ m über Mittelwasser mit dreifacher Anlage bis auf $0{,}_{8}$ m unter Mittelwasser abfallende gemauerte Böschungsfläche geschützt, welche längs der Mole gegen Fufspfähle sich stützt, vor dem Kopfe jedoch durch grofse gemauerte Betonblöcke gesichert werden sollte.

An diesen Ausführungen, wozu als Steinmaterial lediglich Granit verwendet worden ist, sind nur, soweit solche unvollendet, oder auch erst so kürzlich ausgeführt waren, dafs der Cement nicht genügend hatte erhärten können, Beschädigungen vorgekommen. Diese haben lediglich die gemauerte Böschung und die Betonblöcke betroffen. Letztere, welche zum Verstürzen fertig, in $0{,}_{8}$ m Höhe auf Kippgerüsten lagen, sind gänzlich zerstört. Die See hatte sie am 12. November umgestürzt, wobei dieselben jedoch sichtbar keinen erheblichen Schaden genommen hatten. Am 14. November waren nur kleine Brocken von den Blöcken mehr übrig. Hiervon trägt, da der Bruch nur in der Mörtelfuge erfolgt ist, eine ungenügende Qualität des Mörtels, jedenfalls aber die zu frühe Exponirung derselben in dem Wellenschlage die Schuld. Die Blöcke waren nämlich längstens 4 Wochen, einige nur wenige Tage alt und der Mörtel besafs keine grofse Festigkeit.

Auf derjenigen Strecke, auf welcher das Pflaster der Mole über Sand liegt, ist dieses hohl eingesunken, ein Beweis dafür, dafs unter dem Auftrieb des Wassers zwischen den Mauern ein Theil des Sandes ausgewaschen worden ist.

Auf der mit Gerölle ausgeschütteten Strecke ist eine derartige Senkung nicht eingetreten, dagegen ist hier vielfach der in die Fugen der Pflastersteine gestrichene Cement herausgeworfen. Diese Erscheinung läfst sich nur so erklären, dafs hier ebenfalls Wasser von unten zwischen die Mauern getreten ist, welches die in den Zwischenräumen des Gerölles befindliche Luft unter die Abdeckung getrieben und hier bis zu der Spannung comprimirt hat, welche genügte, um den Cement zu brechen und durch die entstandene Oeffnung die Luft entweichen zu lassen.

2. Bohlwerke und Quaimauern.

Regierungsbezirk Cöslin.

An dem Hafen zu Colbergermünde ist die Hinterfüllung hinter den Bohlwerken an einzelnen Stellen versackt.

Im Hafen zu Stolpmünde ist an einzelnen Stellen die Hinterfüllungserde der Bohlwerke ausgespült. Namentlich ist dies am Abschlufs-Bohlwerk des Vorhafens geschehen, wo die Wellen sogar einzelne der dreizölligen Bekleidungs-Bohlen durchschlagen haben.

Regierungsbezirk Stralsund.

Ein neues Bohlwerk hat seine Deckplanken theilweise verloren durch Aufstofsen von Fahrzeugen.

Die älteren Bohlwerke und Quaimauern sind hinterspült und ist die Bekleidung zerstört. Die Eisenbahnquaimauer hat durch Stofsen gröfserer Seeschiffe einen gröfseren Schaden erlitten. Die vorn etwa 16 cm überragenden Deckplatten sind fast überall gelöst; ein Theil derselben nebst dem oberen Theil des Mauerwerks ist in den Hafen gestürzt. Der Vorstand solcher Deckplatten ist jedenfalls überall, wo Wellenangriff stattfindet, zu meiden.

Regierungsbezirk Schleswig.

Die an Bohlwerken und Quaimauern bemerkten Devastationen beschränken sich fast überall auf einige leicht zu beseitigende Hinterspülungen und unwesentliche Beschädigungen. Bedeutender sind lediglich die in Eckernförde eingetretenen Zerstörungen, welche auch nicht uninteressante Vergleiche zulassen.

Die schon weiter oben erwähnte Vertiefung des dortigen Hafens hat dazu geführt, dafs der vor einigen Jahren erbaute Theil der Quaimauer, welcher auf Beton, aber nur in einer Tiefe von etwa 1 m unter Mittelwasser fundirt war, in Folge Unterspülung eingestürzt ist. Ein anderer, noch im Bau begriffener Theil der Mauer, dessen Fundamente in einem 3 m unter Mittelwasser gelegten Schwellroste besteht, ist dagegen erhalten geblieben. — Die alten hölzernen Bohlwerke sind ebenfalls frei gespült worden, die Wellen haben die Hinterkleidung zum Theil abgerissen, die Pfähle und Verankerungen stehen jedoch noch.

3. Landungsbrücken etc.

Regierungsbezirk Cöslin.

Im Hafen zu Colbergermünde sind vierzig bis fünfzig Planken der Lauf- und Löschbrücken gelöst und fortgetrieben.

Regierungsbezirk Stralsund.

Stralsund. Die schmiedeeiserne Drehbrücke hat einigen Schaden an den Vorgelegen erlitten und hat neu justirt werden müssen.

Den gröfsten Theil, welcher als Gesammtschaden der zerstörten Hafenbauten angesehen werden kann, erfordert die

Digitized by Google

Wiederherstellung der Dampfschiffslandebrücke für den Fährverkehr nach Rügen. Diese Brücke war aus Holz, ohne Ausfüllung construirt, lag mit dem vorderen Ende um $0{,}_{92}$ m über dem mittleren Meeresspiegel. Sie verlor ihren Plankenbelag durch den Auftrieb des Wassers und den Wellenschlag. Die totale Zerstörung geschah plötzlich, indem das Dampfschiff „Hertha", von einem anderen Schiffe gedrängt, auf die Brücke gerieth und den Belag zerschnitt. Die „Hertha" wurde mit dem zu beiden Seiten dem Schiffe anhängenden Belage weiter getragen bis zu der etwa 30 m entfernt liegenden ausgefüllten Rampe (Fährklappe), auf welcher sie mit dem Belage liegen blieb.

Barth. Von den Hafenbauten hat diese Sturmfluth namentlich die grofse Ladebrücke von 60 Fufs Länge und 30 Fufs Breite fast ganz zerstört; eine kleinere Brücke von 30 Fufs Länge und 16 Fufs Breite ist vollständig vernichtet.

4. Leuchtthürme.

Regierungsbezirk Stettin.

Die Schwankungen des Leuchtthurmes zu Gr. Horst sind während des Orkanes so bedeutend gewesen, dafs der Drehapparat momentan stillgestanden, dann aber wieder eine schnellere Bewegung angenommen hat.

Regierungsbezirk Schleswig.

Dem Leuchtthurm zu Schleimünde ist weiter kein Schade zugefügt, als dafs in der untersten Etage die Laden von dem Fenster und in Folge davon auch dieses brach, wodurch der Keller und das Erdgeschofs unter Wasser gesetzt wurden.

Der auf dem Friedrichsorter Sandriff in der Kieler Bucht im Jahre 1866 sehr exponirt erbaute Leuchtthurm hat ebenfalls wenig gelitten. Es hat sich aber, wie schon früher, auch dieses Mal ein Setzen des mit Cement ausgefugten Steinkegels um circa 3 mm, sowie auf der Nordseite ein Abweichen des Kegels von der Thurmmauer um circa 2 mm bemerkbar gemacht, wie denn auch einige Risse in den Fugen des Steinkegels entstanden sind. Der Grund hierfür wird in der Construction des Bauwerkes zu suchen sein.

Der Thurm selbst ist auf einem Pfahlrost, $5{,}_{5}$ m im Durchmesser haltend, aus Ziegelsteinen erbaut. Zur Herstellung einer äufseren Fufsböschung ist zunächst um den Thurm in einem Durchmesser von circa 17 m ein 2 m breiter Faschinenkranz bis zur Höhe von $0{,}_{4}$ m über Mittelwasser gelegt und der innere Raum, nach dem Thurme hin allmälig ansteigend, mit Kies aufgefüllt worden. Der Fufs aufserhalb des Faschinenkranzes ist in 2facher Dossirung durch grofse Anwurfsteine hergestellt, und die obere Lage der Faschinen plattenartig mit Steinen abgedeckt. Auf den mit Kies angeschütteten Kegel ist zunächst eine Lage Ziegelbrocken mit Sammelsteinen gebracht, und diese mit grofsen Findlingen abgedeckt. Letztere, sowie die dem Fufse des Kegels zunächst belegenen Steine der unteren Platte sind mit Cement gefugt.

Dafs die im Mittelwasserstande liegende, aus ziemlich leichten Steinen hergestellte Platte wenig gelitten hat, ist in dem raschen Steigen des Wassers begründet. Dennoch erklärt sich das Setzen des Steinkegels eines Theils daraus, dafs der Fufs des angefugten Kegels nur die erwähnte Platte als Stützpunkt hat, anderen Theils aber auch aus dem Umstande, dafs der innere Kieskern unter dem Auftrieb des Wassers durch die Faschinen hindurch etwas ausgewaschen und hierdurch zum Sinken gebracht sein wird.

5. Seezeichen.

Regierungsbezirk Stettin.

Die Glockentonnen und 2 Tonnen aus der Hafeneinfahrt zu Swinemünde sind bei Ahlbeck auf den Strand getrieben, die übrigen Hafentonnen wurden am Mövenhaken wiedergefunden.

Regierungsbezirk Schleswig.

Von den grofsen Tonnenbaaken ist nur eine, die auf dem Mittelgrunde von der Eckernförder Bucht vertrieben und in SW. davon gestrandet.

Dieselbe lag auf 4 Faden Wassertiefe vor einem Steine von etwa 1000 Pfd. Gewicht und vor 12 Faden $1\frac{1}{8}$ zölliger Kette, von welcher etwa 3 Faden zum besseren Balanciren der Tonne aufgeschäkelt waren. Die Schuld, dafs diese Tonne vertrieben ist, tragen wahrscheinlich folgende Umstände: Der Stein lag auf festem Lehmgrunde, in welchem er nicht einsinken konnte; die Tonne hatte ihren Platz am äufsersten Westrande der Platte, von wo es jäh in grösere Tiefen abfällt, auch bietet die Baake einen starken Windfang und werden bei dem schweren Seegange heftige Stöfse erfolgt sein. — Statt des Aufschäkelns hat diese Tonne jetzt ein vermehrtes Belastungsgewicht erhalten und liegt nun vor 12 Faden Kette.

Alle Spitzbojen haben ihren Platz behauptet, selbst die am ungünstigsten situirte auf Klaverberg, $\frac{3}{8}$ Meilen von Bülkerhuck. Diese Bojen liegen durchgängig vor 6 Faden Kette, zur Hälfte 1 Zoll, zur andern Hälfte $\frac{5}{8}$ Zoll stark, an einem etwa 500 Pfd. schweren Stein auf 3 Faden Wasser.

Die kleinen Tonnen in der Schlei haben dagegen vor dem reifsend ein- und nachher ausgehenden Strom nicht Stand halten können, da sie mit bedeutend weniger Gewicht verankert waren.

Die Unglücksfälle in den Ortschaften an der Küste waren nicht Gegenstand dieser Darstellung, welche blos den technischen Theil der ganzen Flutherscheinung zum Zweck hatte. Indefs soll nicht unerwähnt bleiben, dafs eine kleine Broschüre, betitelt: Die Sturmfluth vom 13. November 1872, Glückstadt 1873, diesen Gegenstand für die Provinz Schleswig-Holstein in sehr ausführlicher Weise wiedergiebt.

Baensch.

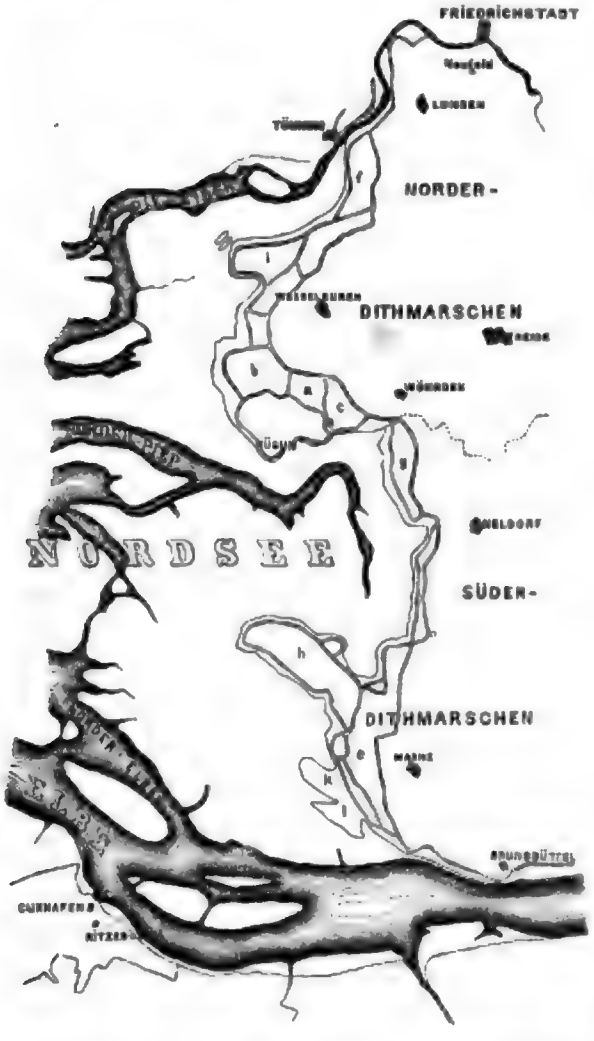
Die Bedeichung der Maxqueller, des jetzigen Kaiser Wilhelm-Koogs.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 38 im Atlas und auf Blatt Q im Text.)

Von der sagenhaften kimbrischen Fluth an, welche nach dem Durchbruche des Canals zwischen England und Frankreich auch der jetzigen schleswig-holsteinischen Westküste grofsen Landverlust verursacht haben mufs, haben zahlreiche Sturmfluthen im Laufe der Jahrhunderte das Werk der Zerstörung fortgesetzt, und die Chroniken des Landes erzählen

Digitized by Google

allesammt von untergegangenen Harden, Kirchspielen und Dörfern. Mag auch die Existenz mancher dieser untergegangenen Gegenden mit Recht angezweifelt werden, so steht für viele derselben der geschichtliche Vorgang doch aufser Zweifel, und auch die Jahreszahlen der einzelnen grofsen Fluthen sind uns vom 13. Jahrhundert an aufbewahrt. Die letzte grofse Umgestaltung erlitt die Küste, zumal die schleswigsche, durch die Fluth vom 11. October 1634; von da an haben Sturmfluthen die Gestalt der Westküste nicht mehr wesentlich verändert, wenn auch im Kirchspiel Brunsbüttel noch 1718 Land, welches später wieder eingedeicht wurde, verloren gegangen ist. Im Allgemeinen macht sich vielmehr vom Beginn des 17. Jahrhunderts an eine allmälige Vergröfserung des Landes durch die Eindeichung neu entstandener Vorlande bemerkbar.



a Wardammskoog. b Hedwigenkoog. c Friedrichsgabekoog. d Kretjenkoog. e Kronprinzenkoog. f Carolinenkoog. g Christianskoog. h Frederik VII-Koog. i Wesselburner Koog. k Norder Max. l Suder Max.

Es würde zu weit führen, diese Veränderungen im Einzelnen darzulegen, und mag daher die Beschränkung auf die zwischen der Elb- und Eidermündung liegende dithmarscher Küste gestattet sein. Hier geschah, vom Anfang des 17. Jahrhunderts an gerechnet, der erste wichtige Schritt zur Landgewinnung durch die Herstellung zweier Deiche von dem Kirchspiel Büsum, welches bis dahin Insel gewesen war, nach dem Festlande des Kirchspiels Wesselburen. Der erste dieser Deiche wurde 1610, der zweite 1611 geschlagen; der gewonnene Koog erhielt den Namen Wardammskoog. Zu beiden Seiten dieses Kooges bildeten sich neue Aufschlickungen und Vorlande; an der Westseite der 1696 eingedeichte Hedwigenkoog, an der Ostseite der Friedrichsgabekoog, dessen Eindeichung in den Jahren 1704 bis 1713 erfolgte, so wie der kleine Kretjenkoog im Kirchspiel Büsum, eingedeicht 1615 bis 1618. Beinahe gleichzeitig mit jener Eindeichung des Wardammskoogs (nämlich 1601 und 1608) erfolgte wahrscheinlich die Hinausrückung des Seedeichs im südlichen Theile Dithmarschens, von Neufeld bis südlich von Meldorf, und in der Gegend von Wöhrden. 1717 wurde der Sophienkoog, 1765 bis 1787 der Kronprinzenkoog eingedeicht. Hieran schliefsen sich im 19. Jahrhundert die Eindeichung des Carolinenkoogs 1800, des König Christian VIII-Koogs 1845, des Königs Frederik VII-Koog (vormals Dieksand) 1853 und 1854, des Wesselburener Koogs 1862 und endlich des Kaiser Wilhelm-Koogs (vormals Maxqueller) 1872 und 1873.

Die Vorgänge bei der Bildung dieser neuen Vorlande sind allenthalben dieselben. Wenn unter günstigen äufseren Bedingungen die oft meilenbreiten Wattflächen, d. h. diejenigen Flächen, welche zur Zeit des niedrigen Wassers trocken gelegt werden, während selbst die gewöhnlichen Hochwasser zweimal täglich sie überfluthen, durch sandige und thonhaltige Niederschläge aus dem Seewasser eine Höhe erreicht haben, welche sich auf etwa $0{,}_2{}^m$ bis $0{,}_4{}^m$ der ordinairen Fluthhöhe nähert, zeigt sich auf denselben der erste Pflanzenwuchs in der salicornia herbaica, einem blätterlosen, aber zweigreichen Gewächs. Diesem schliefsen andere Pflanzenarten sich allmälig an; alle aber tragen dazu bei, die Bewegung des Wassers zur Fluthzeit zu mäfsigen und die in denselben vorhandenen Schlicktheile zum Niederschlag zu bringen, so dafs eine allmälige weitere Erhöhung der Fläche durch thonhaltige Niederschläge erfolgt, und bei einer Höhe, die ungefähr der ordinairen Fluthhöhe entspricht, das bisherige Watt sich mit einer dichten Grasnarbe bedeckt. In vielen Fällen läfst sich diese Landbildung durch Arbeiten im Watt, sei es durch wiederholtes Ausheben kleiner Gräben (Grüppen), in denen der Schlick besonders zum Niederschlag gelangt, und Benutzung desselben zur Erhöhung der zwischenliegenden Flächen, oder durch Anlage von Erd- und Faschinendämmen, beschleunigen, wobei man gleichzeitig die kleinen Wasserläufe etc. ausfüllt und dadurch die ebene Gestaltung des neuen Vorlandes befördert. Hat das Vorland die ordinaire Fluthhöhe erreicht, so liefert es bereits für das Vieh ein kräftiges Futter; reif zur Eindeichung ist es, wenn seine Höhe $0{,}_3{}^m$ bis $0{,}_4{}^m$ über ordinairer Fluthhöhe beträgt. Allerdings sind in früheren Jahrhunderten viele Eindeichungen erfolgt, bei denen das Land eine geringere Höhe hatte; die üblen Folgen derselben zeigen sich jedoch meistens durch die geringere Güte des Landes und die mangelhafte Entwässerung.

Eine solche eingedeichte Fläche, deren neuer Deich in den weitaus meisten Fällen mit seinen beiden Endpunkten sich an vorhandene Deiche anschliefst, während nur in den seltensten Fällen eine inselförmige Fläche eingedeicht wor-

Digitized by Google

den ist, heifst an der Westküste Schleswig-Holsteins ein Koog. Derselbe entspricht dem holländischen Polder. Die Höhenlage der schleswig-holsteinischen Köge dürfte im Allgemeinen jedoch eine günstigere sein, als die der holländischen Polder; wenigstens gilt dies unbedingt für die dithmarscher Küste, wo sämmtliche Seemarschen so hoch liegen, dafs sie mit Leichtigkeit natürlich entwässern können, wenn nicht ausnahmsweise die Versandung der Aufsentiefe der Entwässerung Schwierigkeiten bereitet. Von den Eider- und Elbmarschen dagegen liegen manche bis zu $1_{,2}$ " unter ordinairer Fluthhöhe und niedriger, so dafs ihre Entwässerung darunter leidet.

Wo das Vorland zu schmal ist, um die Herstellung eines Winterdeichs, d. h. eines Deiches, welcher den von ihm eingeschlossenen Koog gegen alle Fluthen schützen soll, aus finanziellen und sonstigen Gründen zu gestatten, hat man an vielen Stellen der dithmarscher Westküste in den letzten 20 Jahren sich damit begnügt, sogenannte Sommerdeiche zu schlagen und dadurch Sommerköge zu bilden. Derartige Deiche sind bis zu $2_{,5}$ " hoch und gewähren im Allgemeinen Schutz gegen die im Sommer eintretenden Sturmfluthen. Von hohen Fluthen dagegen werden sie überströmt, ohne bei ihren flachen Dossirungen auf beiden Seiten, die zwischen 1 : 5 und 1 : 8 variiren, wesentlichen Schaden zu leiden, wenigstens dann nicht, wenn bereits eine Lagerung der Erde und Verwachsung der Rasendecke stattgefunden hat. Das eingedrungene Wasser fliefst während der nächsten Ebbzeiten durch die Schleusen und etwaige sonstige Vorrichtungen im Deiche ab. Zum Kornbau werden die Sommerköge nicht benutzt; als Weideland dagegen liefern sie einen grofsen Ertrag.

Der zuletzt eingedeichte Koog Schleswig-Holsteins ist der Kaiser Wilhelm-Koog, dessen Eindeichung, wie erwähnt, in den Jahren 1872 und 1873 erfolgt ist. In unbedeichtem Zustande führten die Vorlande, aus denen derselbe gebildet worden, den Namen der Maxqueller, und zwar bezüglich der ersten Silbe nach dem Vornamen eines Landmanns Marx Hempel, welcher zuerst vor ca. 100 Jahren Heu in Säcken von den von ihm gepachteten fiscalischen Inseln geholt haben soll; Queller dagegen ist die volksthümliche Bezeichnung für die erste auf den Watten sich zeigende Pflanze, die oben erwähnte salicornia herbaica. Diese Bezeichnung ist mehrfach von der Pflanze auf das sich bildende inselartige Vorland selbst übertragen worden, wie denn z. B. ein Theil des jetzigen Frederik VII-Koogs (vormals Dieksand) aus 3 Quellern, und der jetzige Wesselburener Koog aus dem Norddeicher Queller und anderen Vorlanden bestanden. Aus der Zusammensetzung des Namens des ersten Nutznieisers, welcher bei dieser Gelegenheit der leichteren Aussprache wegen in einen „Max" verwandelt wurde, mit demjenigen des ersten Pflanzenwuchses ist die Bezeichnung der Maxqueller (Queller des Marx) entstanden, wie an unserer Westküste überhaupt häufig derartige Namensbildungen, zumal in den Watten, nach zufälligen Ereignissen, wie z. B. der Ladung dort gestrandeter Schiffe etc., zu erfolgen pflegen.

Die Maxqueller liegen oder vielmehr lagen im Kreise Süderdithmarschen am rechtsseitigen Ausflufs der Elbe in die Nordsee, vor dem 1785 bis 1787 eingedeichten Kronprinzenkooge. Ursprünglich bildeten dieselben zwei unter sich und vom Festlande getrennte Inseln, den kleinen oder Süder-Max, und den grofsen oder Norder-Max, von denen letzterer im Jahre 1834 durch einen Faschinen- und Erddamm mit dem Kronprinzenkoog verbunden wurde. Verschiedene Versuche, eine ähnliche Verbindung zwischen den beiden Inseln herzustellen, waren nicht von Erfolg gekrönt; dagegen wurde im Jahre 1846 auch der Süder-Max durch einen Damm mit dem Kronprinzenkoog verbunden.

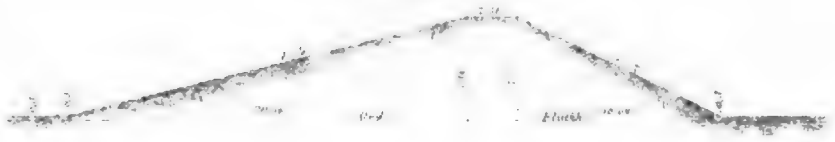
Nachdem solchergestalt den bisherigen Fluth- und Ebbeströmungen zwischen den Inseln und dem Festlande Schranken gesetzt waren, fand eine rasche Aufschlickung der dazwischen belegenen Wattflächen statt. Die Begrünung und Erhöhung des Vorlandes nahm in einem solchen Maafse zu, dafs anstatt der ca. 400 Hectaren, welche die beiden Inseln im Jahre 1797 grofs gewesen sein sollen, das bedeichte Areal incl. Seedeich im Jahre 1872 1153 Hectaren betrug. Aufserdem befinden sich vor dem neuen Deiche an den meisten Stellen noch jetzt grüne Flächen von theilweise beträchtlicher Ausdehnung, aus welchen das Material für den Deich entnommen wurde, und welche an den geschützten Stellen von Jahr zu Jahr sich vergröfsern und erhöhen. Zur Zeit der Eindeichung konnte die Gesammtgröfse des Vorlandes zu ca. 1600 Hectaren angenommen werden, von welchen der weitaus gröfste Theil aus dem fruchtbarsten Marschboden bestand. Nur auf sehr geringfügigen Flächen lag noch das Sandwatt zu Tage oder war dasselbe von einer nur schwachen Humusschicht bedeckt. Die Höhenlage des Landes variirte zwischen ordinairer Fluthhöhe und ca. $1_{,1}$ " über derselben. Ein Theil des begrünten Vorlandes, und zwar der dem Kronprinzenkoog zunächst belegene, war durch Herstellung eines Deiches von $2_{,0}$ " Höhe über ordinairer Fluth im Jahre 1854 in einen sogenannten Sommerkoog, den „Klein-Dieksander, südliche Abtheilung" verwandelt worden, dessen Gröfse ca. 209 Hektaren betrug. Sowohl dieser Koog, wie der aufserhalb desselben liegende Theil der Maxqueller diente als Weide für zahlreiches Vieh, welches zu Zeiten, wo Sturmfluthen das Vorland unter Wasser setzten, nöthigenfalls am Seedeiche des Kronprinzenkoogs oder auf den isolirt liegenden künstlichen Wurthen des Vorlandes (Gänseberg, Süder- und Norder-Maxberg und Schuhmacherberg) Aufnahme und Schutz fand. Die erwähnten Wurthen bestehen entweder, wie der Gänseberg, aus einem Ringdeiche von einer Höhe und Anlage, dafs er den höchsten Sturmfluthen Trotz zu bieten vermag und die innerhalb desselben befindliche Tränke gegen das Salzwasser der Sturmfluthen schützt, oder nur aus künstlichen Erdhügeln mit Rasenbekleidung. Gewöhnlich befindet sich auf denselben eine Wohnung für Hirten.

Nachdem vorläufig angestellte Berechnungen die Rentabilität einer Winterbedeichung ergeben hatten, und die Richtung des neuen Deichs, bei welcher es sich am nördlichen Anschlusse darum handelte, ob derselbe an den Deich des 1853 und 1854 eingedeichten König Frederik VII-Koog (vormals Dieksand) oder an den Kronprinzenkoogsdeich erfolgen solle, im Allgemeinen festgestellt, und bezüglich der obenerwähnten Frage zu Gunsten des sogenannten engeren Projects erledigt war, wurde am 2. April 1872 mit den Bedeichungsarbeiten begonnen. Maafsgebend für dieselben waren die höheren Orts genehmigten Pläne und Kostenanschläge, und zwar mit einer nachträglichen Modification hinsichtlich der Richtung des Deichs am nördlichen Anschlusse. An die-

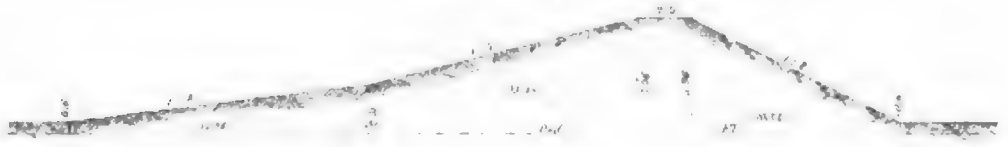
Digitized by Google

Bedeichung der Moorpoller,
jetzt Kaiser Wilhelm-Koog

Deichprofil I

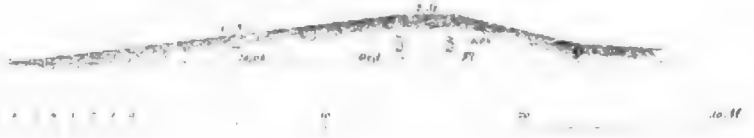


Deichprofil II



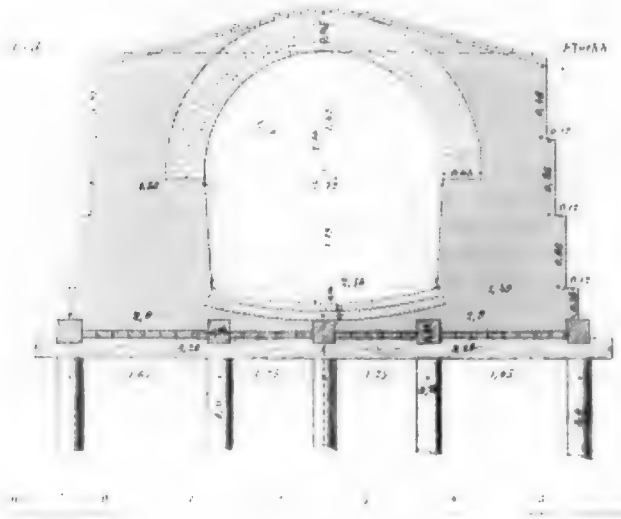
Deichprofil III.

Querprofil des Hafenschutzdeichs



Profil der Steindecke

Querprofil der Schleuse



Verlag v. Ernst & Korn in Berlin.

Digitized by Google

Digitized by Google

ser Stelle war ursprünglich der neue Deich längs einem vorhandenen, zur Beförderung der Anschlickung angelegten Damme projectirt (siehe die Zeichnung auf Blatt 38), und sollte die Erde aus dem unmittelbar davor liegenden Watt entnommen werden, welches zu dem Ende mit einem entsprechenden Kajedeich hätte eingeschlossen werden müssen. Eine genaue Untersuchung dieses Watts ergab jedoch, dafs auf und aus dem sehr weichen Schlickboden, welcher zweimal täglich von der Fluth überströmt wurde, nur unter Aufbietung ganz aufserordentlicher Kosten und Arbeitskraft ein haltbarer Kajedeich hätte hergestellt werden können, und dafs bei den geringsten Unglücksfällen, welche diesen Kajedeich im Laufe der Bedeichung betroffen hätten, die Wiederherstellung desselben mit Schwierigkeiten und Opfern verknüpft gewesen wäre, welche für die ganze Eindeichung von schwerwiegender Bedeutung hätten werden können. Aus finanziellen und technischen Rücksichten wurde daher hier der neue Deich 235 m hinter die projectirte Linie zurückverlegt, so dafs nunmehr der vorhandene feste Damm als Kajedeich dienen, und von dem Punkte an, wo derselbe aufhält, der neue Kajedeich auf begrüntem Vorlande hergestellt werden konnte. Die Schwierigkeiten, welche sich der Herstellung der in Rede stehenden Deichstrecke trotz dieser Verbesserung aller Verhältnisse entgegenstellten, bewiesen späterhin, wie nothwendig diese Zurückverlegung der Deichlinie in technischer Beziehung gewesen war, und auch in finanzieller Beziehung konnte es keinem Zweifel unterworfen sein, dafs das vorläufige Aufgeben von ca. 35 Hektaren zum grofsen Theil unreifen Landes, welches als Vorland von Jahr zu Jahr sich erhöhen und verbessern wird, nicht in Vergleich zu stellen sei mit den Mehropfern, welche die Herstellung des Deiches und des Kajedeiches nach dem ursprünglichen Plane erfordert haben würde.

Der neue Deich geht am südlichen Ende von dem Punkte des Kronprinzenkoogdeichs aus, an welchen sich der bisherige Klein-Dieksander Sommerdeich anschlofs, verfolgt letzteren, bis dieser die nördliche Richtung einschlägt, und führt alsdann über das begrünte Vorland des Süder-Maxquellers bis zum Nordergatt, der Grenze zwischen dem Süder- und Nordermax. Das Nordergatt, eine sandige Wattfläche mit Stromrinne in der Mitte, welche an den steilen Ufern ungefähr in der Höhe der ordinairen Fluth, in ihren mittleren Theilen unter derselben liegt, wird von dem neuen Deiche in einer Länge von ca. 1000 m überschritten. Am nördlichen Rande desselben tritt derselbe auf das hohe Vorland des Nordermaxquellers, von dessen Ufern er in angemessener Entfernung bleibt, überschreitet den zweitgröfsten der durchdämmten Wattströme, das Krautloch, und führt östlich von demselben durch ein niedrig belegenes Terrain, welches stellenweise bis unter ordinaire Fluthhöhe abfällt, wiederum an den Klein-Dieksander Sommerdeich, um sich von dort mit einer Curve an denjenigen Punkt des Kronprinzenkoogdeichs anzuschliefsen, an welchem bisher auch der erwähnte Sommerdeich im Norden sein Ende erreichte. Die Länge des Deiches, im Kamm gemessen, ist gleich $9981_{,26}$ m.

Für die Bestimmung der Höhe des Deiches ist in erster Linie die erfahrungsgemäfse Höhe der bekannten höchsten Sturmfluthen maafsgebend gewesen. An der Westküste Schleswig-Holsteins ist, von den Sturmfluthen früherer Jahrhunderte, deren Höhe nicht genau zu constatiren ist, abgesehen, die Fluth in der Nacht vom 3. auf den 4. Februar 1825 als diejenige zu bezeichnen, welche die gröfste Höhe erreicht hat. In Hamburg betrug ihre Höhe $3_{,51}$ m über ordinairer Fluth, in Cuxhaven $3_{,48}$ m, und die sorgfältigen Untersuchungen an der holsteinischen Westküste haben für diese annähernd die gleiche Höhe für ruhiges Wasser ergeben. Der Wellenauflauf bei derartigen Fluthen ist selbstverständlich abhängig von der Lage des Deichs in Bezug auf die Windrichtung (West bis Nordwest), bei welcher Sturmfluthen von obiger Höhe nur eintreten; allgemein hat sich aber herausgestellt, dafs selbst an geschützten Stellen eine Deichhöhe von 17 Fufs rheinl. ($5_{,34}$ m) über ordinairer Fluth nothwendig ist, während dieselbe an exponirten Stellen bis zu 20 Fufs ($6_{,28}$ m) betragen mufs.

Dem entsprechend beträgt die Höhe des Deiches vom südlichen Anschlusse bis zur Curve beim Gänseberg $5_{,24}$ m über ordinairer Fluth, von da an allenthalben $5_{,96}$ m. Wie die Höhe nach der mehr oder minder geschützten Lage des Deiches gegen die West- und Nordweststürme verschieden angelegt, ist dies auch bezüglich der äufseren Deichdossirung der Fall. Auf der zuerst genannten Strecke ist diese vom Kamm bis zum Fufse 4füfsig, von da bis zum südlichen Ufer des Nordergatts, und vom nördlichen Ufer des Nordergatts bis zum nördlichen Anschlufs bis zu $2_{,51}$ m über ordinairer Fluth 8füfsig, oberhalb dieses Punktes 4füfsig; im Nordergatt endlich bis zu $3_{,14}$ m über ordinairer Fluth 10füfsig, oberhalb jenes Punktes ebenfalls 4füfsig. Die innere Dossirung ist allenthalben 2füfsig, die Kammbreite $2_{,51}$ m. Bekleidet ist der Deich mit geschnittenen Rasen von ca. $0_{,32}$ m Seitenmaafs und $0_{,1}$ m Dicke, mit Ausnahme des Nordergatts, wo die Rasenbekleidung $0_{,15}$ m stark ist, weil hier die stärksten Wellenangriffe zu erwarten sind.

Die Entwässerung des Kooges wird durch eine aus Ziegelmauerwerk hergestellte massive Schleuse und ein künstlich hergestelltes Aufsentief vermittelt, welches in einen der zur Elbe führenden Wattströme einmündet. Bei Erbauung der Schleuse ist darauf Rücksicht genommen worden, dafs in vielleicht nicht allzu ferner Zeit nördlich vom Kaiser Wilhelm-Kooge die Landbildung derartige Fortschritte gemacht haben wird, um zu einer Bedeichung ausgedehnter Vorländereien zwischen dem erstgedachten und dem König Frederik VII-Kooge schreiten zu können, und dafs es sich in diesem Falle empfehlen könnte, für das alsdann zu bedeichende Areal keine besondere Schleuse zu bauen, sondern die Entwässerung desselben durch die Schleuse des Kaiser Wilhelm-Koogs zu bewerkstelligen. Dieselbe hat deshalb eine lichte Weite von $2_{,72}$ m und einen Querschnitt (siehe Zeichnung auf Blatt Q) von ca. $6_{,5}$ □m bekommen; ihre Tiefenlage ist $2_{,36}$ m unter ordinairer Fluth.

Das Mauerwerk der Haupt- und Vorschleusen ruht auf 310 Grundpfählen von durchschnittlich 8 m Länge. Gegen den Eintritt des Fluthwassers schützt ein Paar Thore aus Eichenholz, während durch Anbringung eines Schotts an der Binnenseite die Möglichkeit gegeben ist, eingelassenes Seewasser zur Spülung des Aufsentiefs zu benutzen. Die Länge der Hauptschleuse beträgt $26_{,24}$ m, diejenige der inneren und äufseren Vorschleuse resp. $2_{,43}$ und $4_{,58}$ m.

Unmittelbar vor der Schleuse sind am westlichen Ufer des Aufsentiefs 4 kleine hölzerne Lösch- und Ladebrücken

Digitized by Google

erbaut, und hat der ganze Hafenplatz, welcher nach Westen hin durch einen Schirmdeich von $2_{,5}$ m Höhe über ordinairer Fluth mit 8fufsiger Dossirung nach Westen und 4fufsiger nach Osten gegen den Wellenschlag bei Stürmen geschützt ist, anstatt der ursprünglichen mit ordinairer Fluth correspondirenden Höhenlage durch Auffüllung eine solche von $0_{,6}$ bis 1 m erhalten.

Da das ganze westliche Ufer der Maxqueller im Abbruch liegt, erschien es geboten, durch Herstellung einer Steindecke in einer Länge von ca. 5230 m das Abbruchsufer zu schützen. Dieselbe entspricht in ihrer Construction (siehe Profil auf Blatt Q) den Uferdeckungen, welche an der dithmarsischen Küste vielfach und theilweise auf langen Strecken in Anwendung gebracht sind und sich bezüglich ihrer Haltbarkeit bewährt haben. Sie besteht aus Granitsteinen, die aus der Ostsee bezogen werden, und ein Gewicht von 200 bis 1000 Pfd. besitzen. Gebettet werden dieselben auf einer Unterlage von Steinschlag oder Geröll (Grand) von ca. $0_{,2}$ m Maximalstärke. Die einzelnen Steine werden in ihren hervorragenden Theilen rauh behauen, im Uebrigen aber in ihrer ursprünglichen Gestalt versetzt, und die Zwischenräume an der Oberfläche alsdann sorgsam verzwickt. Bei heftigem Wellenschlage kommt es nur sehr selten vor, dafs die zum Verzwicken benutzten Steine gelöst werden. Die Kosten einer solchen Steindecke belaufen sich an der schleswig-holsteinischen Westküste auf ca. 5 Thlr. pro □Meter.

Um ein fortwährendes Ein- und Ausspringen der Uferlinie zu vermeiden, ist letztere in regelmäfsiger Entfernung vom Hauptdeiche projectirt, tritt jedoch an diesen im Nordergatt heran und bildet solchergestalt dort den Fufs desselben. Die Ausführung dieses Baues soll nach den bisherigen Bestimmungen in einem Zeitraum von 4 bis 5 Jahren erfolgen, da die Materialien aus der Ostsee in einem kürzeren Zeitraum nicht ohne grofse Kosten zu beschaffen waren. Im Nordergatt ist die Steindecke in den Jahren 1873 und 1874 bereits hergestellt worden; über ihre Dossirungsverhältnisse u. s. w. geben die Querprofile das Nähere.

Hinsichtlich der inneren Verkehrs- und Entwässerungsanstalten des neuen Kooges ist zu bemerken, dafs vom Kronprinzenkoog, als Fortsetzung der dortigen Wege, zwei Querwege in den neuen Koog hineinführen und diesen von Osten nach Westen durchschneiden. Gekreuzt werden dieselben von zwei in der Richtung von Süden nach Norden führenden Längswegen, von denen der sogenannte Hauptweg am Fufse des ehemaligen Sommerdeichs sich hinzieht. Alle Wege münden in ihren Endpunkten auf einen an der Innenseite des neuen Deichs befindlichen Weg aus; sie haben eine Planumsbreite von 9 m zwischen den Seitengräben, und bestehen aus dem eigentlichen Wege und dem von letzterem durch eine ausgehobene Rinne getrennten Fufssteige.

Wo der bisherige Kronprinzenkoogdeich von den neuen Wegen durchschnitten wird, sind in demselben zwei sogenannte Stöpen (Durchführungen der Wege durch das Deichprofil, ohne die Wegekrone bis zum Deichkamm zu heben) in Ziegelmauerwerk erbaut worden. Dieselben schneiden in den Deich bis zu $3_{,14}$ m über ordinairer Fluth ein, gestatten durch Anbringen einer doppelten Bohlenwand in den Falzen des Mauerwerks aber einen wasserdichten Verschlufs bis zu über 4 m über ordinairer Fluth, so dafs selbst bei einem vollständigen Durchbruche im Deiche des Kaiser Wilhelm-Koogs der Kronprinzenkoog gegen die höchsten Sturmfluthen, von denen, wie oben erwähnt, die von 1825 eine Höhe von ca. $3_{,5}$ m erreicht hat, sehr leicht geschützt werden kann.

Die innere Entwässerung des Koogs wird durch drei Haupt-Entwässerungsströme beschafft, von denen der östliche sich am Fufs des Kronprinzenkoogdeichs hinzieht, die beiden anderen zwischen dem Haupt- und Parallelwege, so wie dem letztgenannten und dem Deichswege sich befinden. Der östliche und westliche Strom haben eine Tiefe von $1_{,57}$ m, der mittlere eine solche von $1_{,88}$ m unter ordinairer Fluth; ihre Bodenbreite beträgt $1_{,25}$ m. Die Dossirungen sind unten bis zu $1_{,25}$ m über der Sohle $1\frac{1}{2}$-, oben einfufsig. Wo sie die Wege durchschneiden, sind Durchlässe aus Ziegelmauerwerk oder aus Cement in Röhrenform erbaut worden. Die angegebene Lage der Wege und Ströme hat für die verkauften Parcellen den Vortheil, dafs jede derselben mindestens an der einen Seite an einen Weg, an der entgegengesetzten an einen Strom stöfst.

Bezüglich der Ausführung der im Obigen gedachten Arbeiten ist Folgendes zu bemerken.

Wie schon erwähnt, war für den Beginn der Bedeichung der 2. April 1872 festgesetzt worden, und trafen von diesem Tage an Arbeiter in stetigem Zuzuge ein. Da der frühen Jahreszeit wegen die zweispännigen Wagen, welche bei den hiesigen Bedeichungen eine Hauptrolle spielen, nicht sofort in Thätigkeit treten konnten, einestheils, weil die Witterung noch zu rauh war, um den Gespannen den Aufenthalt auf dem Vorlande zu gestatten, anderntheils auch, weil die Pferde ohne Gräsung gewesen wären, beschränkten sich die Arbeiten vorläufig auf solche, welche mittelst Schubkarren und Spaten vorgenommen werden konnten. Dazu gehörten in erster Linie die Aushebung der Schleusenbaugrube mit gleichzeitiger Herstellung eines Kajedeichs von 4 m Höhe über ordinairer Fluth um dieselbe, und der Bau der Kajedeiche auf denjenigen Strecken des Vorlandes, wo das Terrain zum Zwecke der Erd- und Rasengewinnung, und der ungestörten Arbeit wegen, mit derartigen Schutzdeichen umgeben werden mufste. Im Allgemeinen wurden Kajedeiche dort gebaut, wo das Terrain niedriger als ca. $0_{,6}$ m über ordinairer Fluth lag, da auch die Sommerfluthen derartiges Terrain häufig zu überschwemmen pflegen. Ihre Höhe wechselte je nach ihrer Belegenheit zwischen $1_{,2}$ und $1_{,3}$ m über ordinairer Fluth; die Kammbreite betrug $1_{,25}$ m. In den meisten Fällen wurden dieselben innen und aufsen mit geschnittenem Rasen, an besonders exponirten Stellen, wie im Nordergatt, aufserdem nach aufsen hin noch mit einer Strohbestickung versehen. Da sie entweder an die vorhandenen Deiche, den Kronprinzenkoog- und Klein-Dieksander Sommerdeich, oder an sehr hohes Terrain des Vorlandes sich anlehnten, umschlossen sie mit den Erdmassen, welche an den von ihnen zu schützenden Deichstrecken gleichzeitig in den neuen Seedeich gefördert wurden, eine Anzahl interimistischer Köge, welche im Allgemeinen gegen Fluthen bis zu reichlich 1 m Höhe geschützt waren, und die Bezugsquelle für die Erd- und Rasendecke zum neuen Deich bildeten. Im Ganzen wurden $10013_{,5}$ m neue Kajedeiche hergestellt.

Der wichtigste derselben war der 1105 m lange Kajedeich durch das Nordergatt, welcher sich an beiden Seiten an das hohe begrünte Terrain des Söder- und Nordermaxquellers anschlofs und durch ein im Allgemeinen sandiges

Digitized by Google

Watt führte, in dessen Mitte sich eine tiefe Stromrinne befand. Auf dieser exponirten Strecke konnte der Hauptdeich wesentlich nur durch Karrenmannschaften hergestellt werden, und da die Erde für denselben aus dem von jeder Fluth überströmten Watt genommen werden mufste, war ohne einen Kajedeich die Arbeit überhaupt nicht zu beginnen. Mit der Herstellung desselben wurde deshalb sofort Anfangs April begonnen; das angefangene Werk wurde jedoch mehrfach durch die in der ersten Hälfte des Aprilmonats eintretenden Stürme und Hochwasser, von denen dasjenige am 8. April das ganze begrünte Vorland unter Wasser setzte, unterbrochen und zerstört, und erst am 19. April Abends gelang es bei günstigem Wetter, die Stromrinne in der Mitte des Nordergatts zu durchdämmen, und der Fluth den Eintritt in dasselbe zu verwehren. Nach dieser Durchdämmung und der in den nächsten Tagen erfolgenden vollständigen Fertigstellung des Kajedeichs konnten die Arbeiter-Colonnen an die Arbeit im Hauptdeich gehen.

Mit geringeren Schwierigkeiten war die Herstellung der übrigen Kajedeiche verknüpft; dieselbe schritt in eben dem Maafse fort, als die betreffenden Deichstrecken in Angriff genommen werden sollten. Anfangs Mai stellten sich auch die zweispännigen Fuhrwerke in gröfserer Anzahl ein, so dafs die Arbeitskraft, welche am 13. April aus 539 Karrenarbeitern bestanden hatte, am 18. Mai 252 bespannte Wagen mit 594 Fuhrleuten und Aufladern, und 1036 Karrenarbeiter betrug. Ihr Maximum erreichte dieselbe Anfang Juni, wo sie 334 zweispännige Wagen mit 799 Fuhrleuten und Aufladern, sowie 1128 Karrenarbeiter, im Ganzen 678 Pferde und ca. 1900 Menschen umfafste.

Eine Darstellung über die Zu- und Abnahme der Arbeitskraft im Jahre 1872 enthält die nachstehende Tabelle:

	Karrenarbeiter	2spännige Wagen	Fuhrleute und Aufladen der Wagen
April 13.	539	—	—
- 27.	848	—	—
Mai 11.	1015	162	398
- 18.	1036	252	514
- 25.	1106	286	582
Juni 1.	1128	330	774
- 8.	1056	334	799
- 15.	1026	328	790
- 22.	926	324	774
- 29.	934	310	732
Juli 13.	887	216	514
- 20.	739	183	423
- 27.	654	178	401
Aug. 3.	512	159	336
- 17.	455	148	284
- 31.	391	127	250
Sept. 14.	378	113	232
- 28.	371	78	157
Oct. 12.	326	55	117
- 26.	247	60	125
Nov. 9.	311	59	108
- 23.	280	50	91
Dec. 7.	148	25	53
- 21.	138	—	—
1873 Jan. 3.	162	11	14
- 11.	109	3	4.

Wo es nur irgend thunlich war, wurden die einzelnen Deichstationen von je 50^m Länge freihändig an Schachtmeister vergeben. Dieselben erhielten 2 % der Contractsumme voraus, und nahmen im Uebrigen mit ihren Miteinstehern gleichmäfsig am Verdienste Theil. Je nach der Quantität der zu bewegenden Erd- und Rasenmassen und der Stärke der Mannschaft dauerten die Accorde zwischen 6 und 10 Wochen, ausnahmsweise auch länger. Wo aus localen oder sonstigen Gründen die obige Art des Verdings unzweckmäfsig erschien, wurden Erde und Rasen auch nach Aufmaafs in den Deich gefördert; die Abrechnung erfolgte alsdann in einem Zeitraum von 14 Tagen bis 4 Wochen durch Aufmessen der ausgehobenen Schachtwerke, während bei dem Verding nach Stationen die Berechnung nach dem Deichprofil maafsgebend war.

Bezüglich der speciellen Ausführung der Erdförderung, die, wie bereits bemerkt, entweder durch Karren oder zweispännige Wagen geschah, mag erwähnt werden, dafs in einer Deichstation von 50^m Länge im Allgemeinen entweder 20 bis 30 Karrenarbeiter oder 3 Wagen beschäftigt waren. Erstere arbeiteten in 2 Abtheilungen (Läufen), so dafs jede Bohlenbahn für 10 bis 15 Arbeiter diente; bei gröfserer Anzahl der Arbeiter auf einer Bahn sind die alsdann unvermeidlichen Störungen und Stockungen von schädlichem Einfluss auf den Verdienst. Die in den Deichkörper geschüttete lose Erde wurde nicht, wie früher üblich gewesen, mit Handstampfern verdichtet, sondern mit Pferden festgeritten, und zwar in der Weise, dafs ein Reiter mit 2 oder 3 Pferden fortwährend auf den neugeschütteten Lagen hin und her ritt, wenn thunlich durch mehrere Stationen hindurch. Selbstverständlich durften die einzelnen Schüttungen nur eine Höhe von $0{,}_3$ bis $0{,}_6$^{m} haben, um ein regelmäfsiges Dichten der Erde zu ermöglichen, und wurden dem entsprechend die Bohlenbahnen im Deichkörper stetig verändert.

Wo die Herstellung des Deiches mittelst Wagenarbeit erfolgte, war eine besondere Dichtung der angefahrenen Erde nicht erforderlich, da in diesem Falle schon die Fuhrwerke mit ihrer Bespannung das Dichten des Bodens ausführten. Die verwandten vierräderigen Wagen bestehen in ihrem Obertheil aus 2 losen Boden- und 2 losen Seitenbrettern, welche, wenn der Wagen beladen auf dem Plane angelangt ist, von dem Fuhrmann und dem am Deichkörper befindlichen Ablader und Planirer successive umgekippt werden, wodurch die Entleerung des ca. $0{,}_6$ kb^m Erde enthaltenden Wagens erfolgt. Je nach der Entfernung des Schachtwerks vom Deich befinden sich 2 bis 5 Wagen, durchschnittlich 3 Wagen, in einem Lauf, d. h. haben gemeinschaftliche Auflader und einen Ablader, während die Fuhrleute ebenfalls beim Auf- und Abladen helfen.

Während der ersten Zeit der Bedeichung, als die rauhe Witterung und die wiederkehrenden Ueberschwemmungen des Aufsendeichs die Erbauung von Hütten nur innerhalb der durch den Klein-Dieksander Sommerdeich geschützten Fläche gestatteten, waren die eintreffenden Arbeiter gezwungen, Nachtquartier in den am Seedeiche belegenen Häusern des Kronprinzenkoogs und in dem 1 Stunde entfernten Marne zu suchen. Schon von Mitte April an entstanden jedoch an allen Arbeitsplätzen Arbeiterwohnungen aus Rasenwänden mit Stroh- oder Pappbedachung, zu welchen den Schachtmannschaften die Holz- und Strohmaterialien von der Baukasse

Digitized by Google

geliefert wurden, während das Aufschlagen derselben von den Arbeitern selbst beschafft wurde. Die Verpflegung der Arbeiter wurde meistens von den Schachtmeistern selbst oder von durch diese damit Beauftragten innerhalb ihrer Hütten übernommen; Marketendereien kamen verhältnifsmäfsig selten vor. Der Baubehörde war in Bezug auf die Verpflegungsangelegenheiten nur das Aufsichtsrecht vorbehalten, während im Uebrigen die Beschaffung der Vorräthe u. s. w. dem freien Ermessen der Einzelnen überlassen blieb. Da täglich aus dem Binnerlande Wagen in genügender Anzahl mit Lebensmitteln und Getränken die Baulinie bereisten, bot die erwähnte Regelung des Verpflegungswesens keine Schwierigkeiten dar.

Zur Unterbringung der Kranken war in dem eine Stunde vom Maxqueller entfernten gröfseren Ort Marne ein Lazareth erbaut, welches anfänglich zur Aufnahme von ca. 30 Kranken bestimmt war. Es stellte sich jedoch bald die Unzulänglichkeit der Lazarethräumlichkeiten heraus, und mufste deshalb der ursprüngliche Bau von $29,_5$ ″ Länge und $5,_{75}$ ″ Breite um einen Anbau von $14,_4$ ″ Länge und $5,_{75}$ ″ Breite vergröfsert werden. Das solchergestalt vergröfserte Lazareth bot Raum für ca. 48 Betten und eine Wohnung für den Lazarethverwalter. Als im Laufe des Juni unter den Deicharbeitern Blatternfälle vorkamen, mufste aufserdem ein isolirt liegendes Lazareth für Blatternkranke von $5,_7$ ″ im Quadrat erbaut werden; glücklicherweise blieben jene Fälle vereinzelt. Im Lazareth fanden die erkrankten Arbeiter freie Verpflegung und unentgeltlichen ärztlichen Beistand. Zu den Kosten trug jeder bei der Bedeichung beschäftigte Arbeiter wöchentlich $1^1/_2$ Sgr. bei, welche bei den an jedem Sonnabend erfolgenden Auszahlungen den Schachtmeistern für ihre Mannschaften in Abzug gebracht wurden. Die solchergestalt erhobenen Beiträge, welche im Laufe der beiden Bedeichungsjahre die Höhe von 2111 Thlr. 3 Sgr. erreichten, waren jedoch nicht im Entferntesten genügend, um die Ausgaben für das Krankenwesen zu decken; vielmehr mufste aus der Bedeichungskasse ein Zuschufs zur Krankenkasse von im Ganzen 5713 Thlr. 12 Sgr. 10 Pf. geleistet werden.

Von Anfang Mai an, mit dem Eintreffen der Wagen, herrschte längs der ganzen Deichlinie die regste Thätigkeit. Um diese Zeit war auch die Baugrube für die neue Schleuse und der Kajedeich um dieselbe in den erforderlichen Dimensionen hergestellt, und konnten die Rammarbeiten daselbst begonnen werden. Bei denselben wurden eine Dampframme und 2 Kunstrammen zur Anwendung gebracht; der erste Pfahl wurde am 17. Mai, der letzte am 8. Juli geschlagen. Anfang October wurde der Schleusenbau beendet.

Der günstige Verlauf, welchen die Bedeichungsarbeiten bis Ausgang Juni nahmen, liefs mit Sicherheit erwarten, dafs das gesteckte Ziel, die Fertigstellung des Deichs vor Eintritt des Winters, sich werde erreichen lassen. Allerdings zeigte es sich schon während jener Zeit, dafs der unter den Arbeitern herrschende Geist unter Umständen Schwierigkeiten zu bereiten vermöge; so lange aber die Witterungsverhältnisse günstig blieben und in Folge dessen ein ausreichender Verdienst erreicht werden konnte, bot sich kein Anlafs zu Besorgnissen dar. Am 29. Juni jedoch trat bei heftigem Weststurme Abends ein Hochwasser ein, welches Durchbrüche in allen exponirt liegenden Kajedeichen, namentlich im Nordergatt-Kajedeiche veranlafste. Die Arbeitsplätze fast sämmtlicher Karrenschächte, welche im niedrigen Terrain belegen waren, während die Wagen vorzugsweise das höhere Terrain besetzt hatten, wurden dadurch unter Wasser gesetzt und die Arbeit in empfindlicher Weise gestört. Wohl wurden sämmtlichen in ihrer bisherigen Thätigkeit unterbrochenen Mannschaften sofort neue Arbeitsplätze auf hohem Terrain angewiesen, auf welchem das Hochwasser weniger Störungen veranlafst hatte, allein die Stimmung unter den Arbeitern, welche in Folge der allgemeinen Verhältnisse in den arbeitenden Klassen ohnehin nicht die beste war, wurde durch diesen Zwischenfall wesentlich verschlechtert, und mehrfache Arbeitseinstellungen, sowie das Verlassen der Arbeit nach Beendigung der in der nächsten Zeit ablaufenden Accorde gaben Zeugnifs von der veränderten Sachlage. Die meisten Kajedeiche wurden bereits in den nächsten Tagen nach der Sturmfluth wiederum geschlossen, bei dem Nordergatt-Kajedeich, welcher in der bisherigen Deichlinie eine so mächtige Kolkung zeigte, dafs der Deich an dieser Stelle rückwärts verlegt werden mufste, gelang die Schliefsung am 7. Juli, und konnten in den nicht fertigen Hauptdeich-Stationen nunmehr auch hier die Arbeiten wiederum in Angriff genommen werden. Kaum war jedoch allenthalben eine regelmäfsige Thätigkeit wieder eingetreten, als am 14. Juli bei heftigem Nordwestwinde der Nordergatt-Kajedeich an der undeichten Stelle abermals durchbrochen wurde, und zwar so unglücklich, dafs an eine Durchdämmung der Kolkung, oder auch nur an ein abermaliges Zurückverlegen des Deiches nicht gedacht werden konnte. Von nun an mufsten sämmtliche im Nordergatt noch rückständigen Arbeiten am Hauptdeiche durch Wagen bewerkstelligt werden, welche längs dem neuen Deichkörper vom hohen Terrain des Norder- und Süder-Maxquellers die Erde aus weiter Entfernung heranschafften. Diese erschwerenden Umstände, verbunden mit dem Weggange zahlreicher Arbeitskräfte, welchen die elementaren Ereignisse die Arbeit verleideten, und welche bei den vielen Bauten an anderen Orten eine lohnendere Beschäftigung finden zu können glaubten, machten es bald klar, dafs die Schliefsung des Hauptdeiches im Jahre 1872 nicht werde erfolgen können. Verschiedene Versuche, durch Erhöhung der Accordsätze u. s. w. neue Arbeitskräfte heran zu ziehen oder die vorhandenen zu erhalten, blieben ohne nennenswerthen Erfolg, und mufste deshalb das Hauptbestreben darauf gerichtet sein, den Deich in eine solche Verfassung zu setzen, dafs den Ereignissen des Winters, wenn auch nicht mit vollständiger Ruhe, so doch mit möglichst geringer Besorgnifs entgegen gesehen werden konnte.

Der regenreiche und stürmische Herbst bereitete den dahin zielenden Arbeiten vielfache Schwierigkeiten, und erst Anfang Januar 1873 gelang es, dieselben zu einem vorläufigen Abschlufs zu bringen. Von den 196 Stationen, aus welchen der Deich bestand, waren damals 155 ganz fertig, darunter die gefährlichen Nordergatt-Stationen und die östlich vom Krautloch im niedrigen Terrain belegenen Strecken, auf welchen der neue Deich mit dem Fufse entweder im Watt oder auf einem Terrain verlief, welches sich nur eben über ordinaire Fluth erhob. 22 Stationen waren bis zu einer Höhe von $4,_2$ ″ über ordinairer Fluth fertig. Die übrigen 19 Stationen, von welchen 14 innerhalb des Klein-Dieksander Sommerkoogs lagen oder über dem vorhandenen Sommerdeiche hergestellt werden sollten, waren überall nicht in

Digitized by Google

Angriff genommen worden. Den Hochwassern standen somit im neuen Deiche, soweit derselbe aufserhalb des Sommerkoogs belegen war, 5 Stationen zu ungehindertem Eintritt frei, darunter die mit tiefen Stromrinnen versehenen Stationen des Krautlochs im Norden und des Süderlochs im Süden. Um die Wirkung hoher Sturmfluthen auf die zweifüfsige innere Dossirung des neuen Deiches möglichst abzuschwächen, war dieselbe auf denjenigen Strecken, welche dem aus dem Innern des einzudeichenden Kooges kommenden Wellenschlage vornehmlich ausgesetzt gewesen wären, aufser der Rasendecke mit einer Strohbestickung bis zu 4 m Höhe über ordinairer Fluth versehen worden. Aufserdem waren am Kraut- und Süderloche die Ränder derselben durch eine Buschbenagelung auf einer Unterlage von Haide thunlichst geschützt, überhaupt Alles vorgenommen, was die Umstände zu erheischen schienen.

Der Verlauf des Winters 1872/3 war für den neuen Deich ein sehr günstiger, da die höchste Fluth nur bis zu $1{,}_{31}$ m über ordinaire Fluth auflief. Abgesehen von den Durchbrüchen in den Kajedeichen, welche insofern von geringer Bedeutung waren, als die schwierigsten Kajedeiche im Frühlinge 1873 wegen der fortgeschrittenen, beziehungsweise beendigten Arbeit nicht wieder hergestellt zu werden brauchten, und einigen geringfügigen Beschädigungen am Hauptdeiche, war als Hauptresultat der elementaren Ereignisse des Winters der, allerdings vorherzusehende, Uebelstand zu bezeichnen, dafs das Kraut- und Süderloch in der Deichlinie eine Vertiefung bis zu ca. 6 m unter ordinairer Fluth erfahren hatten, während beim Anfange der Bedeichung die Tiefe ca. $2{,}_{18}$ m unter ordinairer Fluth betrug.

Rechtzeitig, nämlich am 17. März 1873, wurden die Arbeiten wieder aufgenommen, und zwar zunächst an den Strömen und Wegen des neuen Koogs, allmälig jedoch auch an den unfertigen Stationen des Hauptdeichs. Vom Wetter ausnehmend begünstigt, schritten dieselben so rasch fort, dafs am 21. Mai Nachmittags das Süderloch, und in der darauf folgenden Nacht zum Himmelfahrtstage das Krautloch durchdämmt werden konnten, womit der Deich geschlossen und der Fluth der Eintritt in den neuen Koog verwehrt war. Im Verhältnifs zu den rückständigen Arbeiten waren nach Ausweis der nachstehenden Tabelle im Jahre 1873 Arbeitskräfte in genügender Anzahl vorhanden.

1873	Karrenarbeiter	2spännige Wagen	Fuhrleute und Auflader der Wagen
März 29.	273	—	—
April 11.	421	—	—
- 26.	524	21	34
Mai 10.	645	56	125
- 24.	700	109	237
- 31.	706	115	250
Juni 7.	599	88	197
- 21.	398	55	102
Juli 5.	211	25	37
- 19.	128	12	20
Aug. 1.	87	6	13
- 16.	46	2	6

Mitte Juli war der Hauptdeich vollständig fertig, desgleichen der Hafenschirmdeich und das Aufsentief. Die Beendigung der Arbeiten an den Wegen, Strömen, Durchlässen, Stöpen u. s. w. erfolgte in der nächsten Zeit, so dafs am 15. September 1873 das Bau-Büreau aufgehoben und der eigentliche Deichbau als beendet angesehen werden konnte. Die im Herbste und Winter 1873/4 durch aufsergewöhnliche Sturmfluthen eingetretenen verhältnifsmäfsig geringen Beschädigungen des neuen Deiches, und die Refectionsarbeiten an demselben im Jahre 1874 liegen aufserhalb des Bereiches dieser Darstellung.

Die Kosten der Eindeichung excl. Herstellung der Steindecke, sowie der Rendanturgebühr betrugen 389752 Thlr. 25 Sgr. 6 Pf.; unter Hinzurechnung der für die Steindecke veranschlagten 100416 Thlr. und der Rendanturgebühr werden dieselben ca. 491000 Thlr. betragen. Nach den Titeln des Anschlags geordnet, gestalten sich die Kosten folgendermaafsen:

	Thlr.	Sgr.	Pf.
A. Erdarbeiten am Haupt- und Hafenschirmdeich	288244	6	10
B. Kajedeiche	17574	6	6
C. Wege und Deichdurchstiche . . .	7802	21	4
D. Entwässerungsströme und Siele . .	14706	7	4
E. Die Schleuse	20263	18	10
F. Die Hafenanlage	4676	18	2
G. Die Vermessung	200	14	3
H. Insgemein	36284	22	3
zusammen . .	389752	25	6

Hinsichtlich der einzelnen Titel und der unter ihnen verausgabten Summen mag Folgendes bemerkt werden.

Tit. A. Der Hauptdeich, in einer Länge von $9981{,}_{28}$ m, enthält 1324350 kb m Erde und 488205 □ m Rasenbelag, pro lfd. Meter also durchschnittlich ca. $132{,}_{6}$ kb m Erde und $48{,}_{9}$ □ m Rasen. Die Förderung obiger 1324350 kb m Erde hat gekostet 249874 Thlr. 20 Sgr. 2 Pf., oder pro kb m durchschnittlich $5{,}_{64}$ Sgr., der Rasenbelag im Ganzen 25780 Thlr. 20 Sgr. 6 Pf. oder pro □ m durchschnittlich $1{,}_{58}$ Sgr. Pro lfd. Meter stellen sich die Kosten des Deichs auf 27 Thlr. 18 Sgr. 6 Pf.

Der Hafenschirmdeich in einer Länge von ca. 195 m hat 10100 kb m Erde und 6185 □ m Rasen erfordert. Die Kosten für den Erdtransport haben 3516 Thlr. 20 Sgr. 10 Pf. oder pro kb m $10{,}_{44}$ Sgr., diejenigen für den Rasenbelag 363 Thlr. 15 Sgr. oder pro □ m $1{,}_{76}$ Sgr., die Gesammtkosten für den Hafenschirmdeich 3880 Thlr. 5 Sgr. 10 Pf. betragen.

An Strohbestickungsarbeiten zur Sicherung des Hauptdeichs während des Winters sind 44992 □ m incl. Material für 2918 Thlr. 24 Sgr. 2 Pf., oder pro □ m für $1{,}_{95}$ Sgr. ausgeführt worden.

Die übrigen Summen unter Tit. A. sind für die Buschbenagelungen am Kraut- und Süderloch und für verschiedene kleinere Arbeiten dieser Art verausgabt.

Tit. B. Die Kajedeiche, welche, wie schon früher erwähnt, eine Gesammtlänge von $10013{,}_{5}$ m umfafsten, haben an Herstellungs- und Unterhaltungskosten im Ganzen 17574 Thlr. 6 Sgr. 6 Pf. oder pro lfd. Meter durchschnittlich 1 Thlr. 22 Sgr. 7 Pf. erfordert. Von dieser Summe sind für den 1105 m langen Nordergatt-Kajedeich allein 9048 Thlr. 5 Sgr. 2 Pf., also über die Hälfte der Gesammtsumme unter Tit. B. verausgabt.

Nach Ausschlufs dieses unter ganz abnormen Verhältnissen hergestellten Kajedeichs ergiebt sich für die übrigen Kajedeiche ein Betrag von $28{,}_{7}$ Sgr. pro lfd. Meter.

Digitized by Google

Tit. C. Die Wege des neuen Kooges, mit Ausschluss des am inneren Fusse des Seedeiches befindlichen, welcher als zum Deiche gehörig betrachtet wird und mit diesem hergestellt worden ist, haben eine Gesammtlänge von 13805,$_5$ m. Verausgabt sind dafür 5488 Thlr. 13 Sgr. 6 Pf. oder pro lfd. Meter durchschnittlich 11,$_{99}$ Sgr.

Die beiden Stöpen im Kronprinzenkoogsdeiche incl. Pflasterungen und Bohlenverschlüsse haben 1464 Thlr. 12 Sgr. erfordert, die Anfahrten zu denselben mit allen Nebenarbeiten 628 Thlr. 20 Sgr. 1 Pf., so dafs die Kosten beider Deichdurchstiche sich auf 2093 Thlr. 2 Sgr. 1 Pf. belaufen.

Die anderweitigen kleinen Ausgaben unter diesem Titel haben 221 Thlr. 5 Sgr. 9 Pf. betragen.

Tit. D. Die Länge der 3 Entwässerungsströme beträgt 14016,$_2$ m, wobei jedoch bemerkt werden muss, dass hierin nicht diejenigen Strecken inbegriffen sind, welche unmittelbar unter dem Seedeich liegen, der sogenannte Ringschloot. Die Herstellungskosten dieser Strecken sind, weil die Erde mit zum Seedeich verwandt werden konnte, unter Tit. A. aufgenommen; ihre Länge beträgt noch weitere 2541,$_3$ m. Die Kosten für jene 14016,$_2$ m Strom haben 11881 Thlr. 7 Pf. oder pro lfd. Meter 25,$_4$ Sgr. betragen; die Kosten pro Kubikmeter belaufen sich auf ca. 3 Sgr. 2 Pf.

Für 8 Siele, wovon 6 gemauerte, 2 Cementsiele, sind unter diesem Titel 2168 Thlr. 9 Pf., für kleinere Arbeiten dieser Art, namentlich für die durch das Verschlammen des Ringschloots unter dem Deiche im Winter 1872/3 nothwendig gewordenen, im Ganzen 657 Thlr. 6 Sgr. verausgabt.

Tit. E. Die Kosten des Schleusenbaues zerfallen in diejenigen, welche das eigentliche Bauwerk und die Nebenarbeiten erfordert haben. Die Erstgenannten betragen 15998 Thlr. 14 Sgr. 3 Pf. Dazu kommen für das Ausheben der Baugrube und die Herstellung eines Kajedeichs um dieselbe, zu welchem 11786 kbm Erde und 3350 □m Rasenbelag verwandt sind, 3394 Thlr. 21 Sgr. 1 Pf., für die Hinterfüllung der Schleuse 668 Thlr. 9 Pf., für Nebenarbeiten, worunter die Herstellung eines hölzernen Geländers auf der äufseren Deichdossirung 202 Thlr. 12 Sgr. 9 Pf., wodurch die Gesammtsumme (20263 Thlr. 18 Sgr. 10 Pf.) erzielt wird.

Tit. F. Die Hafenanlage umfafst die Herstellung des Aufsendeichs in einer Länge von ca. 600 m und einer Tiefe von 2,$_{86}$ m unter ordinairer Fluth bei 2,$_9$ m Bodenbreite und 2füfsigen Seitendossirungen, die Erhöhung des zwischen dem Aufsentief und dem Hafenschirmdeich liegenden Lösch- und Ladeplatzes, die Durchdämmung des vom Aufsentief durchschnittenen Aufsendeichstroms an der östlichen Seite des Tiefs, und die Herstellung von 4 hölzernen Lösch- und Ladebrücken, von denen die eine für das Anlegen gröfserer Schiffe, die drei übrigen für Böte bestimmt sind.

Auf die einzelnen Abtheilungen dieses Titels vertheilen sich die Kosten folgendermaafsen:

	Thlr.	Sgr.	Pf.
a. Herstellung des Aufsentiefs . . .	2967	29	10
b. Erhöhung des Hafenplatzes . . .	670	—	—
c. Durchdämmung des Stroms aufsen	308	2	—
d. Herstellung der Ladebrücken mit Vertaupfählen	727	16	4
e. Kleine Ausgaben	3	—	—
zusammen . .	4676	18	2

Tit. G. Die Vermessung und Parcellirung des neuen Koogs und seiner Vorländereien ist von dem bei der anderweitigen Regelung der Grundsteuer beschäftigten Personale ausgeführt, und sind aus der Baukasse nur theilweise die Arbeitslöhne für Mefsgehilfen, Bezeichnung der Parcellen u. s. w. bestritten worden.

Tit. H. Dieser Titel umfafst 3 Unterabtheilungen, nämlich:

1. Die Beseitigung der Klein-Dieksander Sommerkoogs-Schleuse, unter Ueberlassung des Materials der alten Schleuse, ausgeführt für 40 Thlr.

2. Arbeitsmaterial, Geräthe u. s. w.

3. Aufsichts-, Rendantur-, Kranken-, Polizei-Kosten u. s. w.

An Arbeitsmaterialien und Geräthen sind unter Anderem angeschafft 1512 Schiebkarren für 8409 Thlr. 1 Sgr., 28114,$_{71}$ lfd. Meter Bohlen und Bretter für die Karrenbahnen für 7754 Thlr. 2 Sgr. 8 Pf., 11655 Stück Latten für die Profilirung und zum Bau der Stege über die Aufsendeichspriele und für die Arbeiterhütten zum Preise von 1514 Thlr. 19 Sgr.

Der häufige Wechsel in den Arbeitsplätzen bedingte aufserdem den vielfachen Transport der Arbeitsmaterialien, so dafs für diesen allein über 3400 Thlr. verausgabt sind. Im Ganzen haben die Arbeitsmaterialien, Geräthe u. s. w. 25118 Thlr. 6 Sgr. 4 Pf. erfordert.

Nach Abzug des Erlöses aus den mit dem Schluss der Bedeichung verkauften Gegenständen (2820 Thlr. 8 Sgr. 5 Pf.) belaufen sich die wirklich verausgabten Summen auf 22297 Thlr. 27 Sgr. 11 Pf.

An Aufsichts- und Büreau-Personal waren aufser dem bauführenden Beamten im ersten Jahre 3 Ingenieure, 2 Bauschreiber und ein Materialverwalter, im zweiten 2 Ingenieure, 1 Bauschreiber und ein Materialverwalter angestellt, für welche die Besoldungen ppr. 5731 Thlr. 10 Sgr. 11 Pf. betragen haben. Für Büreau-Utensilien und Druckkosten sind nach Abzug des Erlöses aus verkauften Büreau-Gegenständen 517 Thlr. 24 Sgr. 11 Pf. verausgabt, während die Einrichtung der Baulichkeiten für das Büreau in der am Kronprinzenkoogsdeich belegenen fiscalischen Hirtenwohnung 398 Thlr. 16 Sgr. 1 Pf. erfordert hat.

Das Krankenwesen hat, wie schon früher erwähnt, einen Zuschuss aus der Baukasse von 5713 Thlr. 12 Sgr. 10 Pf. erfordert, das Polizeiwesen 672 Thlr. 1 Sgr. 4 Pf.

Im Ganzen sind in der dritten Abtheilung des Titels H 13939 Thlr. 1 Sgr. 10 Pf verausgabt.

Nach beendigter Eindeichung wurde der neueingedeichte Koog, welcher mit Allerhöchster Genehmigung den Namen „Kaiser Wilhelm-Koog“ erhielt, in zwei Terminen öffentlich verkauft. Zu dem Ende war derselbe in 135 Parcellen von verschiedener Gröfse eingetheilt worden, von denen sogleich 118 Parcellen verkauft wurden.

Die Gröfse derselben betrug 1025,$_{5782}$ Hectar, der Kaufpreis 930062 Thlr. oder ca. 907 Thlr. per Hectar, wofür die Verkaufskosten seitens des Fiscus abgehalten wurden. Von dem Verkaufe ausgeschlossen blieben vorläufig 17 Parcellen, nämlich 8 Parcellen des jetzigen Kronprinzenkoogs-Mitteldeichs, 3 für Kirche und Schule bestimmte, eine der Verwaltung der indirecten Steuern überwiesene und für eine Grenzaufseher-Wohnung ausersehene, und 5 Parcellen mit

Digitized by Google

Tränken zur Nachtweide für das auf dem neuen Seedeiche und dem Vorlande, welche fiscalisches Eigenthum verblieben, weidende Vieh. Die Gröfse dieser 17 Parcellen, von denen später diejenigen des Kronprinzenkoog-Mitteldeichs noch an den Kronprinzenkoog verkauft sind, die Kirchen- und Schul-Parcellen in das Eigenthum der Commune übergehen sollen, betrug $40,_{8294}$ Hectar, die Fläche des neuen Seedeichs (ohne das davor liegende Vorland) $43,_{0202}$ Hectar. Das gesammte durch die Eindeichung gewonnene Areal mit Einschlufs des neuen Seedeichs und des Kronprinzenkoogsdeichs, soweit er jetzt Schlafdeich geworden ist, beträgt:

a. Verkaufte Parcellen	$1025,_{5782}$	Hectar.
b. Kronprinzenkoogs-Mitteldeich . .	$25,_{4414}$	-
c. Dem Fiscus verbliebene, im Kaiser Wilhelm-Koog belegene Parcellen	$15,_{3480}$	-
d. Wege incl. Weg am Deiche . . .	$28,_{7111}$	-
e. Ströme und Gräben	$15,_{8918}$	-
zusammen . .	$1110,_{6103}$	Hectar.
f. Neuer Seedeich	$43,_{0202}$	-
Summa . .	$1153,_{6304}$	Hectar.

Heide, im December 1874. Eckermann.

Untersuchung der pecuniär vortheilhaftesten Anordnung von Stütz- und Futtermauern, welche nicht bis zu voller Höhe eines Dammes resp. Einschnittes ausgeführt werden müssen.

Bei der Anlage von Eisenbahnen oder Strafsen auf einem theueren Terrain, z. B. in unmittelbarer Nähe gröfserer Städte, beim Durchschneiden von Weinbergen etc., kann oft durch die Anwendung von Stütz- oder Futtermauern eine Kostenersparnifs gegenüber der Ausführung in vollem Profile erzielt werden. Es geschieht dies dadurch, dafs man bei Dammkörpern den unteren Theil in einer gewissen Entfernung vom Fufse der Böschung durch eine Stützmauer abschneidet oder bei Einschnitten die Bahn mit Futtermauern von einer gewissen Höhe einfafst, von deren Kopf an erst die Einschnittsböschung beginnt. Es werden diese Anordnungen selbstverständlich nur so lange von pecuniärem Vortheil sein, als die durch sie entstehenden Kosten geringer sind als die Ersparnisse an Grunderwerb und Erdarbeiten. Durch diesen Umstand ist eine Maximalhöhe der Mauer bestimmt, über welche hinaus überhaupt keine Ersparnisse mehr eintreten, unterhalb derselben aber sind diese verschieden und zwar abhängig von der Mauerhöhe. Man kann nun die Frage stellen, bei welcher Höhe der Mauer unter Berücksichtigung aller Umstände, welche hierbei von Einfluss sind, eine möglichst grofse Kosten-Ersparnifs gegenüber dem vollen Profile eintritt. In Nachfolgendem ist diese Aufgabe behandelt und zwar getrennt für Dämme und für Einschnitte.

I. Stützmauerconstruction bei Dämmen.

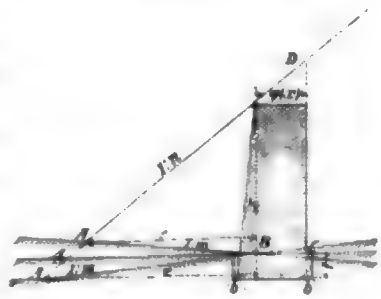
Es soll hierbei die Annahme gemacht werden, dafs das Profil der Mauer, abgesehen von dem Fundament, ein trapezförmiges sei mit vertikaler Hinterseite. Das gewachsene Terrain besitze eine constante Neigung und zwar sollen die beiden Fälle, dafs diese Neigung gegen die Mauer oder von ihr weg stattfindet, gleichzeitig behandelt werden, indem das Neigungsverhältnifs des Terrains mit zwei verschiedenen Vorzeichen eingeführt wird, so dafs bei vorkommenden Doppelzeichen stets das obere für das Fallen des Terrains gegen die Mauer, das untere für das Fallen von der Mauer weg gilt. Mit Bezug auf nebenstehende Figur bezeichne nun:

$\frac{1}{n}$ das Böschungsverhältnifs der Damm-Schüttung,

$\frac{1}{m}$ das Neigungsverhältnifs des gewachsenen Terrains,

$\frac{1}{s}$ den Anzug der Vorderfläche der Stützmauer,

x die Höhe der oberen Vorderkante derselben über dem gewachsenen Terrain,



*) t die Fundamentstärke,

$2b$ die Fundamentvorsprünge beiderseits (bei Anordnung mehrerer im Mittel genommen),

**) $\varphi(x)$ die obere Stärke der Stützmauer,

k_1 die Kosten von 1 kb^m Damm,

k_2 desgl. von 1 kb^m sichtbarem Mauerwerk,

k_3 desgl. von 1 kb^m Fundamentmauerwerk,

k_4 die Grunderwerbskosten von 1 □^{m} Terrain.

Den folgenden Rechnungen ist ein Stück der Construction von 1^m Tiefe zu Grunde gelegt.

Es ist dann der Cubikinhalt des Dammstückes $ABCD$

$$J_1 = \frac{sx}{2} + \left(x + \frac{\varphi(x)}{2n}\right)\varphi(x),$$

der Inhalt der Horizontalprojection der Grundfläche ABC

$$F_1 = b + \varphi(x) + s.$$

Da sich s aus der Gleichung $\frac{s}{n} \pm \frac{s}{m} = x$ bestimmt als

$$s = \frac{mnx}{m \pm n},$$

so wird

$$J_1 = \frac{mnx^2}{2(m \pm n)} + \left(x + \frac{\varphi(x)}{2n}\right)\varphi(x) \quad \ldots \quad (1)$$

$$F_1 = b + \varphi(x) + \frac{mnx}{m \pm n} \quad \ldots \quad (2)$$

*) Es kann, ohne wesentlich zu fehlen, der bequemeren Rechnung wegen die Annahme gemacht werden, dafs der Fundamentabsatz in Terrainhöhe liege.

**) Diese allgemeine Bezeichnung ist deshalb gewählt worden, um das zu findende Resultat zunächst noch unabhängig zu erhalten von einer speciellen Art der Stärkebestimmung der Mauer aus ihrer Höhe.

Digitized by Google

Es ist weiter der Cubikinhalt der Stützmauer

$$J_2 = \left(\varphi(x) + \frac{x}{2a}\right) x, \quad \ldots \quad (3)$$

der Cubikinhalt des Fundamentes

$$J_3 = \left(\varphi(x) + \frac{x}{a} + 2b\right) t, \quad \ldots \quad (4)$$

die Grundfläche des Mauerfundamentes

$$F_2 = \varphi(x) + \frac{x}{a} + 2b \quad \ldots \quad (5)$$

Es sind demnach die Kosten pro 1^m Tiefe bei voller Dammschüttung

$$K_1 = J_1 k_1 + F_1 \cdot k_4 =$$

$$= \left[\frac{mnx^2}{2(m \pm n)} + \left(x + \frac{\varphi(x)}{2n}\right)\varphi(x)\right] k_1 + \left[b + \varphi(x) + \frac{mnx}{m \pm n}\right] k_4 \quad (6)$$

und die Kosten für dasselbe Stück bei Anwendung einer Stützmauer

$$K_2 = J_2 k_2 + J_3 k_3 + F_2 k_4 =$$

$$= \left[\varphi(x) + \frac{x}{2a}\right] x k_2 + \left[\varphi(x) + \frac{x}{a} + 2b\right] t k_3 + \left[\varphi(x) + \frac{x}{a} + 2b\right] k_4 \quad (7)$$

Die Kostenverminderung bei Anwendung einer Stützmauer beträgt demnach pro 1^m Tiefe

$$E = K_1 - K_2$$

oder

$$E = k_1 \left[\frac{mnx^2}{2(m \pm n)} + \left(x + \frac{\varphi(x)}{2n}\right)\varphi(x)\right] - k_2 \left[\varphi(x) + \frac{x}{2a}\right] x -$$

$$- k_3 \left[\varphi(x) + \frac{x}{a} + 2b\right] t + k_4 \left[\frac{mnx}{m \pm n} - b - \frac{x}{a}\right] \ldots (8)$$

Die Grenze der Mauerhöhe, bis zu welcher eine Stützmauer überhaupt noch einen pecuniären Vortheil gewährt, ergiebt sich aus der Gleichung

$$E = 0,$$

d. h. durch Lösen der Gleichung

$$k_1 \left[\frac{mnx^2}{2(m \pm n)} + \left(x + \frac{\varphi(x)}{2n}\right)\varphi(x)\right] -$$

$$- k_2 \left[\varphi(x) + \frac{x}{2a}\right] x - k_3 \left[\varphi(x) + \frac{x}{a} + 2b\right] t +$$

$$+ k_4 \left[\frac{mnx}{m \pm n} - b - \frac{x}{a}\right] = 0 \quad \ldots \quad (9)$$

in Bezug auf x.

Die Kostenersparnifs wird ein Maximum für eine Höhe, welche sich aus der Gleichung

$$\frac{dE}{dx} = 0$$

ergiebt.

Es ist

$$\frac{dE}{dx} = k_1 \left[\frac{mnx}{m \pm n} + \left(x + \frac{\varphi(x)}{2n}\right)\varphi'(x) + \left(1 + \frac{\varphi'(x)}{2n}\right)\varphi(x)\right] -$$

$$- k_2 \left[x\left(\varphi'(x) + \frac{1}{2a}\right) + \varphi(x) + \frac{x}{2a}\right] -$$

$$- k_3 \left[\varphi'(x) + \frac{1}{a}\right] t + k_4 \left[\frac{mn}{m \pm n} - \frac{1}{a}\right],$$

mithin die Gleichung zur Bestimmung der günstigsten Höhe nach einigen Vereinfachungen

$$k_1 \left[\frac{mnx}{m \pm n} + \varphi(x)\left\{\frac{\varphi'(x)}{n} + 1\right\} + x\varphi'(x)\right] -$$

$$- k_2 \left[x\left\{\varphi'(x) + \frac{1}{a}\right\} + \varphi(x)\right] -$$

$$- k_3 \left[\varphi'(x) + \frac{1}{a}\right] t + k_4 \left[\frac{mn}{m \pm n} - \frac{1}{a}\right] = 0. \quad (10)$$

Diese Gleichung hat unter den oben gemachten Voraussetzungen allgemeine Giltigkeit, auf welche Weise man auch die Bestimmung der Mauerstärke als eine Function ihrer Höhe annehmen mag. Für eine specielle Annahme der Art ergiebt sich natürlich auch eine speciellere Form der Gleichung. Nehmen wir etwa an, die obere Stärke einer vorn mit $^1/_6$ Anzug versehenen, hinten vertikalen Stützmauer bestimme sich nach der Formel

$$d = 0{,}44^m + 0{,}3\,x, \quad \ldots \quad (11)$$

so würde zu setzen sein:

$$a = 6$$
$$\varphi(x) = 0{,}44 + 0{,}3\,x$$
$$\varphi'(x) = 0{,}3,$$

wodurch die allgemeine Gleichung 10 übergeht in

$$k_1 \left[\frac{mnx}{m \pm n} + (0{,}44 + 0{,}3x)\left\{\frac{0{,}3}{n} + 1\right\} + 0{,}3\,x\right] -$$

$$- k_2 \left[x\left(0{,}3 + \frac{1}{6}\right) + 0{,}44 + 0{,}3\,x\right] -$$

$$- k_3 \left(0{,}3 + \frac{1}{6}\right) t + k_4 \left[\frac{mn}{m \pm n} - \frac{1}{6}\right] = 0$$

oder

$$k_1 \left[x\left\{\frac{mn}{m \pm n} + \frac{0{,}09 + 0{,}3\,n}{n}\right\} + \frac{0{,}13 + 0{,}44\,n}{n}\right] -$$

$$- k_2 \left[0{,}77\,x + 0{,}44\right] -$$

$$- k_3 \cdot 0{,}47\,t + k_4 \left[\frac{mn}{m \pm n} - \frac{1}{6}\right] = 0, \quad \ldots \quad (12)$$

woraus folgt:

$$x = -\frac{k_1 \frac{0{,}13 + 0{,}44\,n}{n} - 0{,}44\,k_2 - 0{,}47\,t\,k_3 + \left[\frac{mn}{m \pm n} - \frac{1}{6}\right] k_4}{0{,}77\,k_2 - k_1 \left[\frac{mn}{m \pm n} + \frac{0{,}09 + 0{,}3\,n}{n}\right]}.$$

Führt man folgende Bezeichnungen ein:

$$\frac{0{,}13 + 0{,}44\,n}{n} = A$$

$$\frac{0{,}09 + 0{,}3\,n}{n} = B$$

$$\frac{mn}{m \pm n} = C,$$

so wird die Formel für die günstigste Stützmauerhöhe

$$x = \frac{A k_1 - 0{,}44\,k_2 - 0{,}47\,t\,k_3 + (C - 0{,}17)\,k_4}{0{,}77\,k_2 - (B + C)\,k_1}. \quad (14)$$

In den nachfolgenden Tabellen sind für verschiedene gewöhnlich vorkommende Werthe von m und n die zugehörigen Werthe der Gröfsen A, B und C zusammengestellt.

Tabelle für A und B.

n	1,25	1,50	2,00
A	0,54	0,53	0,51
B	0,67	0,66	0,64

Digitized by Google

Von den nachfolgend zusammengestellten Doppelwerthen für C bezieht sich stets der obere auf den Fall der Terrainneigung gegen die Mauer, der untere gilt für die entgegengesetzte Neigung.

Tabelle für C.

$n =$	$m =$										
	∞	100	50	33,33	25	20	15	12	10	8	6
1,25	1,25	1,23 1,26	1,22 1,28	1,20 1,30	1,19 1,31	1,18 1,33	1,15 1,36	1,13 1,40	1,11 1,43	1,08 1,48	1,03 1,55
1,50	1,50	1,48 1,52	1,46 1,55	1,44 1,57	1,42 1,60	1,40 1,62	1,36 1,67	1,33 1,71	1,30 1,76	1,26 1,85	1,20 2,00
2,00	2,00	1,96 2,04	1,92 2,08	1,89 2,13	1,85 2,17	1,82 2,22	1,76 2,31	1,71 2,40	1,67 2,50	1,60 2,67	1,50 3,00

In den Tabellen nicht enthaltene Zwischenwerthe sind durch Interpolation zu bestimmen.

Ueber die Gröfse der erzielten Ersparnisse giebt der Ausdruck 8 Aufschluſs. Es sind in diesem zunächst die Gröfsen a, $\varphi(x)$, $\varphi'(x)$ durch ihre speciellen Werthe zu ersetzen, wodurch der Ausdruck die specielle Form annimmt

$$E = k_1\left[\frac{mnx^2}{2(m \pm n)} + \left\{x + \frac{0{,}44 + 0{,}3\,x}{2n}\right\}(0{,}44 + 0{,}3\,x)\right] - \\ - k_2\left[0{,}44 + 0{,}3\,x + \frac{x}{12}\right]x - \\ - k_3\left[0{,}44 + 0{,}3\,x + \frac{x}{6} + 2\delta\right]t + k_4\left[\frac{mnx}{m \pm n} - \frac{x}{6} - \delta\right]$$

oder

$$E = k_1\left[x^2\left(\frac{mn}{2(m \pm n)} + \frac{0{,}3\,n + 0{,}09}{2n}\right) + x\left(0{,}44 + \frac{0{,}13}{n}\right) + \frac{0{,}1097}{n}\right] - \\ - k_2\left[0{,}38\,x + 0{,}44\right]x - \\ - k_3\left[0{,}47\,x + 0{,}44 + 2\delta\right]t + k_4\left[\left(\frac{mn}{m \pm n} - 0{,}17\right)x - \delta\right].$$

Durch Einführung der oben angegebenen Bezeichnungen wird die Formel für die durch Anwendung einer Stützmauer erzielten Ersparnisse pro laufd. Meter Mauer bei einer Höhe x derselben

$$E = k_1\left[\frac{B+C}{2}x^2 + Ax + \frac{0{,}1}{n}\right] - k_2\left[0{,}38\,x + 0{,}44\right]x - \\ - k_3\left[0{,}47\,x + 0{,}44 + 2\delta\right]t + k_4\left[(C - 0{,}17)x - \delta\right] \quad (15)$$

Die durch Formel 14 gefundene Höhe ist in diesen Ausdruck für x einzusetzen, um das Maximum der Kostenersparnisse zu finden.

Die Höhe x, bis zu welcher unter den gemachten Voraussetzungen die Stützmauerconstruction überhaupt noch einen pecuniären Vortheil gewährt, ergiebt sich aus der Gleichung:

$$k_1\left[\frac{B+C}{2}x^2 + Ax + \frac{0{,}1}{n}\right] - k_2\left[0{,}38\,x + 0{,}44\right]x - \\ - k_3\left[0{,}47\,x + 0{,}44 + 2\delta\right]t + k_4\left[(C - 0{,}17)x - \delta\right] = 0$$

und nach x geordnet

$$\left[\frac{B+C}{2}k_1 - 0{,}38\,k_2\right]x^2 + \\ + \left[Ak_1 - 0{,}44\,k_2 - 0{,}47\,k_3\,t + (C - 0{,}17)\,k_4\right]x + \\ + \frac{0{,}1}{n}k_1 - (0{,}44 + 2\delta)\,t\,k_3 - \delta k_4 = 0. \quad (16)$$

Wenn die Fundirung der Mauer nicht besonders kostspielig ist, so hat das constante Glied in vorstehender quadratischer Gleichung nur einen kleinen Werth, man kann es in Folge dessen weglassen und erhält dann für die Grenzhöhe der Mauer folgenden für gewöhnliche Verhältnisse hinreichend genauen Werth

$$x = \frac{Ak_1 - 0{,}44\,k_2 - 0{,}47\,k_3\,t + (C - 0{,}17)\,k_4}{0{,}38\,k_2 - \frac{B+C}{2}k_1}. \quad (17)$$

Der Vergleich der Formeln 14 und 17 zeigt, daſs unter gewöhnlichen Verhältnissen die Grenzhöhe ungefähr doppelt so groſs ist, als die günstigste Höhe der Mauer.

Hält man sich an die schärferen Doppelwerthe für x, welche aus der Gleichung 16 hervorgehen, so zeigt eine einfache Betrachtung, daſs nur diejenigen Mauerhöhen pecuniär vortheilhaft sind, welche gröfser als der kleinere und gleichzeitig kleiner als der gröfsere von beiden Werthen sind.

Daſs der durch Formel 14 erhaltene Werth von x wirklich einem Maximum von E entspricht, ist leicht ersichtlich, auch ohne Untersuchung des 2. Differential-Quotients $\frac{d^2E}{dx^2}$.

Für den Fall, daſs das Terrain horizontal ist, nimmt C den Werth n an und ist dieser Werth in die Formeln 14 bis 17 für C einzuführen.

Nimmt man beispielsweise

$m = 10$,

das Terrain von der Mauer abfallend,

$n = 1{,}5$,
$t = 0{,}8^{\,m}$,
$\delta = 0{,}15^{\,m}$,
$k_1 = 0$,
$k_2 = 7$ Mark,
$k_3 = 5$ Mark,
$k_4 = 15$ Mark.*)

Es ist dann nach den Tabellen

$$A = 0{,}53; \quad B = 0{,}86; \quad C = 1{,}76$$

und die günstigste Mauerhöhe nach Formel 14

$$x = \frac{-0{,}44 \cdot 7 - 0{,}47 \cdot 0{,}8 \cdot 5 + (1{,}76 - 0{,}17)\,15}{0{,}77 \cdot 7} = \text{rot. } 3{,}3^{\,m}.$$

Die Kostenersparnisse pro lfd. Meter Mauer unter Annahme dieser Höhe sind nach Formel 15

$$E = -7\,(0{,}44 + 0{,}38 \cdot 3{,}3) \cdot 3{,}3 - 5\,(0{,}74 + 0{,}4 \cdot 7 \cdot 3{,}3)\,0{,}8 + \\ + 15\,((1{,}76 - 0{,}17)\,3{,}3 - 0{,}15) = 28{,}8 \text{ Mark}.$$

Die durch pecuniäre Gründe bedingten Grenzen für die Mauerhöhe ergeben sich nach Gleichung 16 aus

$$-0{,}38 \cdot 7\,x^2 + [-0{,}44 \cdot 7 - 0{,}47 \cdot 5 \cdot 0{,}8 + (1{,}76 - 0{,}17)15]x - \\ - (0{,}44 + 0{,}3)\,0{,}8 \cdot 5 - 0{,}15 \cdot 15 = 0$$

oder reducirt

$$2{,}66\,x^2 - 18{,}89\,x + 5{,}21 = 0.$$

Hieraus folgen für x die Werthe:

$$x = \begin{cases} \text{rot. } 6{,}8^{\,m} \\ \text{rot. } 0{,}9^{\,m} \end{cases}$$

als Grenzen der überhaupt vortheilhaften Mauerhöhen.

Die angenäherte Grenze ist nach dem Obigen

$$\text{rot. } 2 \cdot 3{,}3 = 7{,}0^{\,m}.$$

II. Futtermauerconstruction bei Einschnitten.

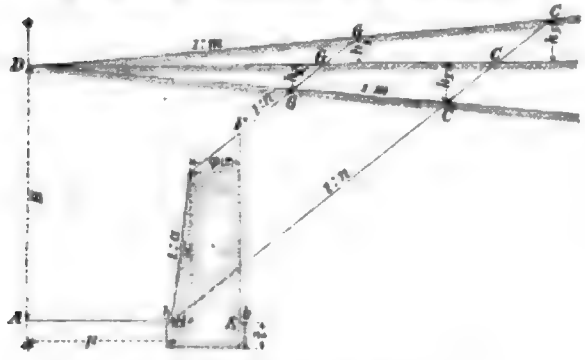
Es soll auch hier vorausgesetzt werden, daſs das Profil der Mauer ein trapézförmiges sei mit vertikaler Hinterseite.

*) Bei den Preisansätzen ist die Annahme gemacht, daſs es nicht an Einschnittsmaterial zur Dammbildung mangele, das Material zu den Mauerungen unschwer zu beschaffen und das Gelände theuer sei.

Digitized by Google

Die Neigung des gewachsenen Terrains soll berücksichtigt werden und zwar wieder in der Weise, dafs für gegen die Mauer hin fallendes Terrain die oberen der Doppelzeichen gelten, für den anderen Fall die unteren.

Mit Bezug auf nachstehende Figur bezeichne wieder



$\frac{1}{n}$ das Böschungsverhältnifs des Einschnitts,

$\frac{1}{m}$ das Neigungsverhältnifs des gewachsenen Terrains,

$\frac{1}{a}$ den Anzug der vorderen Mauerfläche,

x die Höhe der oberen Vorderkante der Mauer über dem Planum,

*) t die Fundamentstärke,

2δ die Fundamentvorsprünge beiderseits (bei Anordnung mehrerer im Mittel genommen),

$\varphi(x)$ die obere Stärke der Mauer,

p die halbe Planumsbreite,

H die Einschnittstiefe in der Mitte,

k_1 die Kosten von 1 kb^m Einschnitt,

k_2 desgl. von 1 kb^m sichtbarem Mauerwerk,

k_3 desgl. von 1 kb^m Fundamentmauerwerk,

k_4 die Grunderwerbskosten von 1 □^{m} Terrain.

Der Rechnung ist das halbe Einschnittsprofil zu Grunde gelegt und ein Stück der Construction von 1^m Tiefe betrachtet.

Es ist dann der Cubikinhalt des Einschnittstheiles $ABCD$

$$J_1 = H\left(p + \frac{nH}{2}\right) \mp \frac{p + nH}{2} \cdot h_1,$$

die Horizontalprojection der vom Einschnitt mit vollem Profil eingenommenen Fläche DC

$$F_1 = m h_1.$$

Da sich h_1 aus der Gleichung $m h_1 \pm n h_1 = p + nH$ ergiebt als

$$h_1 = \frac{p + nH}{m \pm n},$$

so wird

$$J_1 = H\left(p + \frac{nH}{2}\right) \mp \frac{(p+nH)^2}{2(m \pm n)} = \frac{2Hmp + mnH^2 \mp p^2}{2(m \pm n)} \quad (18)$$

$$F_1 = m \frac{p + nH}{m \pm n} \quad \ldots\ldots \quad (19)$$

Der Cubikinhalt der Mauer ist

$$J_2 = x\left[\varphi(x) + \frac{x}{2a}\right], \quad \ldots\ldots \quad (20)$$

der des Fundamentes

$$J_3 = \left[\varphi(x) + \frac{x}{a} + 2\delta\right] t. \quad \ldots \quad (21)$$

Es ist weiter der Cubikinhalt des Einschnittstheiles $AEFGD$

$$J_4 = \left[p + \frac{x}{a} + \varphi(x)\right]\left(x + \frac{\varphi(x)}{n}\right) +$$

$$+ \frac{p + \frac{x}{a} + \varphi(x) + p + \frac{x}{a} + (H-x)n}{2}\left(H - x - \frac{\varphi(x)}{n}\right) \mp$$

$$\mp \frac{p + \frac{x}{a} + (H-x)n}{2} \cdot h_2.$$

Die Horizontalprojection der vom verengten Einschnitt eingenommenen Fläche DG ist

$$F_2 = m h_2.$$

Da sich h_2 aus der Gleichung $m h_2 \pm n h_2 = p + \frac{x}{a} + (H-x)n$ ergiebt als

$$h_2 = \frac{p + \frac{x}{a} + (H-x)n}{m \pm n},$$

so wird durch Einführung dieses Werthes und durch einige Reductionen

$$J_4 = x\varphi(x) + \frac{\varphi(x)^2}{2n} +$$

$$+ \frac{mn(H-x)^2 + \left(p + \frac{x}{a}\right)\left[2Hm \mp p \pm x\left(2n - \frac{1}{a}\right)\right]}{2(m \pm n)} \quad (22)$$

$$F_2 = m \frac{p + \frac{x}{a} + (H-x)n}{m \pm n} \quad \ldots\ldots \quad (23)$$

Es sind dann die Kosten des Einschnittes mit vollem Profil

$$K_1 = J_1 k_1 + F_1 k_4 = k_1 \frac{2Hmp + mnH^2 \mp p^2}{2(m \pm n)} + k_4 m \frac{p + nH}{m \pm n} \quad (24)$$

und die Kosten des Einschnittes mit Futtermauer

$$K_2 = k_1 \cdot J_4 + k_2 J_2 + k_3 J_3 + k_4 \cdot F_2 =$$

$$= k_1\left[x \cdot \varphi(x) + \frac{\varphi(x)^2}{2n} + \right.$$

$$\left. + \frac{mn(H-x)^2 + \left(p + \frac{x}{a}\right)\left[2Hm \mp p \pm x\left(2n - \frac{1}{a}\right)\right]}{2(m \pm n)}\right] +$$

$$+ k_2 x\left[\varphi(x) + \frac{x}{2a}\right] + k_3 t\left[\varphi(x) + \frac{x}{a} + 2\delta\right] + k_4 m \frac{p + \frac{x}{a}(H-x)n}{m \pm n} \quad (25)$$

Die Kostenverminderung bei Anwendung einer Futtermauer ist demnach

$$E = K_1 - K_2$$

und durch Einführen der Werthe von K_1 und K_2 und Reduciren

$$E = k_1\left[\frac{2(an-1)(Hm \mp p)x - \left(amn \pm \left(2n - \frac{1}{a}\right)\right)x^2}{2a(m \pm n)} - \right.$$

$$\left. - x \cdot \varphi(x) - \frac{\varphi(x)^2}{2n}\right] -$$

$$- k_2 x\left[\varphi(x) + \frac{x}{2a}\right] - k_3 t\left[\varphi(x) + \frac{x}{a} + 2\delta\right] + k_4 \frac{m(an-1)}{a(m \pm n)} x \quad (26)$$

Die Grenze der Höhe, bis zu welcher eine Futtermaueranordnung überhaupt noch von pecuniärem Vortheil ist, ergiebt sich aus der Gleichung $E = 0$ oder

*) Der bequemeren Rechnung wegen ist auch hier der erste Fundamentabsatz in Planumshöhe angenommen worden.

Digitized by Google

$$k_1\left[\frac{2(an-1)(Hm\mp p)x-\left(amn\pm\left(2n-\frac{1}{a}\right)\right)x^2}{2a(m\pm n)}-\right.$$
$$\left.-x\cdot\varphi(x)-\frac{\varphi(x)}{2n}\right]-$$
$$-k_2\,x\left[\varphi(x)+\frac{x}{2a}\right]-k_3\,t\left[\varphi(x)+\frac{x}{a}+2b\right]+$$
$$+k_4\,\frac{m(an-1)}{a(m\pm n)}\,x=0. \quad . \quad . \quad . \quad (27)$$

Die Kostenersparnifs wird ein Maximum für eine Mauerhöhe, welche die Gleichung $\frac{dE}{dx}=0$ befriedigt.

Es ist

$$\frac{dE}{dx}=-k_1\left[x\,\varphi'(x)+\varphi(x)+\frac{\varphi(x)\,\varphi'(x)}{n}-\right.$$
$$\left.-\frac{(an-1)(Hm\mp p)-\left(amn\pm\left(2n-\frac{1}{a}\right)\right)x}{a(m\pm n)}\right]-$$
$$-k_2\left[\varphi(x)+\frac{x}{2a}+x\left(\varphi'(x)+\frac{1}{2a}\right)\right]-$$
$$-k_3\,t\left[\varphi'(x)-\frac{1}{a}\right]+k_4\,\frac{m(an-1)}{a(m\pm n)}$$

und demnach die Gleichung zur Bestimmung der günstigsten Mauerhöhe:

$$k_1\left[x\,\varphi'(x)+\varphi(x)\left\{1+\frac{\varphi'(x)}{n}\right\}-\right.$$
$$\left.-\frac{(an-1)(Hm\mp p)-\left(amn\pm\left(2n-\frac{1}{a}\right)\right)x}{a(m\pm n)}\right]+$$
$$+k_2\left[\varphi(x)+x\,\varphi'(x)+\frac{x}{a}\right]+k_3\,t\left[\varphi'(x)+\frac{1}{a}\right]-$$
$$-k_4\,\frac{m(an-1)}{a(m\pm n)}=0. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (28)$$

Diese Ausdrücke und Gleichungen nehmen nun wieder specielle Formen an je nach der Art und Weise wie die obere Mauerstärke als Function der Höhe eingeführt wird. Legen wir für die obere Stärke einer mit $^1/_6$ Anzug versehenen Futtermauer mit hoher Lage des gewachsenen Terrains über ihrem Kopfe den Ausdruck zu Grunde

$$d=0{,}3+0{,}27\,h, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (29)$$

so ist zu setzen

$$a=6$$
$$\varphi(x)=0{,}3+0{,}27\,x,$$
$$\varphi'(x)=0{,}27,$$

und der Ausdruck 26 für E nimmt dadurch die Form an

$$E=k_1\left[\frac{2(6n-1)(Hm\mp p)x-(6mn\pm(2n-0{,}17))x^2}{12(m\pm n)}-\right.$$
$$\left.-\frac{0{,}045}{n}-\left(0{,}3+\frac{0{,}08}{n}\right)x-\left(0{,}27+\frac{0{,}035}{n}\right)x^2\right]-$$
$$-k_2\,[0{,}3+0{,}35\,x]\,x-k_3\,t\,[0{,}3+2b+0{,}44\,x]+$$
$$+k_4\,\frac{m(6n-1)}{6(m\pm n)}\,x.$$

Rundet man etwas ab, indem man das Glied $-\frac{0{,}045}{n}$ vernachlässigt und für die Coëfficienten der nächstfolgenden beiden Glieder die Mittelwerthe einführt, welche man für $n=1{,}5$ erhält, nämlich

$$0{,}3+\frac{0{,}08}{1{,}5}=0{,}35 \text{ und } 0{,}27+\frac{0{,}035}{1{,}5}=0{,}29, \text{ und}$$

führt man ferner die abgekürzten Bezeichnungen ein:

$$\frac{m(6n-1)}{6(m\pm n)}=M; \quad \frac{6mn\pm(2n-0{,}17)}{6(m\pm n)}=N,$$

so wird die Formel für die Kostenersparnisse bei geneigtem Terrain

$$E=k_1\,x\left[\left(H\mp\frac{p}{m}\right)M-0{,}35-\left(\frac{N}{2}+0{,}29\right)x\right]-k_2\,x(0{,}3+0{,}35\,x)-$$
$$-k_3\,t\,[0{,}3+2b+0{,}44\,x]+k_4\cdot Mx \quad . \quad (30)$$

Für horizontales Terrain, d. h. $m=\infty$, wird

$$M=n-\frac{1}{6}=n-0{,}17; \quad N=n \quad \text{und}$$

$$E=k_1\,x\left[H(n-0{,}17)-0{,}35-\left(0{,}29+\frac{n}{2}\right)x\right]-k_2\,x(0{,}3+0{,}35\,x)-$$
$$-k_3\,t\,(0{,}3+2b+0{,}44\,x)+k_4\,(n-0{,}17)\,x. \quad (31)$$

Die Gleichung für die Grenzhöhen der Mauer wird, wenn man die oben gemachten Abrundungen und Bezeichnungen auch hier anwendet:

$$k_1\,x\left[\left(H\mp\frac{p}{m}\right)M-0{,}35-\left(\frac{N}{2}+0{,}29\right)x\right]-k_2\,x(0{,}3+0{,}35\,x)-$$
$$-k_3\,t\,(0{,}3+2b+0{,}44\,x)+k_4\,Mx=0$$

und nach x geordnet:

$$\left[k_1\left(\frac{N}{2}+0{,}29\right)+k_2\cdot 0{,}35\right]x^2-$$
$$-\left[k_1\left\{M\left(H\mp\frac{p}{m}\right)-0{,}35\right\}-0{,}3\,k_2-0{,}44\,t\,k_2+Mk_4\right]x+$$
$$+(0{,}3+2b)\,t\,k_2=0. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (32)$$

Für horizontales Terrain geht diese Gleichung über in

$$\left[\left(\frac{n}{2}+0{,}29\right)k_1+0{,}35\,k_2\right]x^2-$$
$$-[\{H(n-0{,}17)-0{,}35\}k_1-0{,}3\,k_2-0{,}44\,t\,k_2+(n-0{,}17)\,k_4]x+$$
$$+(0{,}3+2b)\,t\cdot k_2=0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (33)$$

Wenn die Fundirungskosten der Mauer nicht erheblich sind, so kann man das constante Glied in den quadratischen Gleichungen 32 und 33 vernachlässigen und man erhält dadurch Gleichungen ersten Grades, aus welchen die Grenzwerthe der pecuniär vortheilhaftesten Mauerhöhen für gewöhnliche Fälle mit hinreichender Genauigkeit sich ergeben und zwar für geneigtes Terrain als

$$x=\frac{\left[M\left(H\mp\frac{p}{m}\right)-0{,}35\right]k_1-0{,}3\,k_2-0{,}44\,t\,k_2+Mk_4}{\left(\frac{N}{2}+0{,}29\right)k_1+0{,}35\,k_2} \quad (34)$$

und für horizontales Terrain als

$$x=\frac{[H(n-0{,}17)-0{,}35]k_1-0{,}3\,k_2-0{,}44\,t\,k_2+(n-0{,}17)k_4}{\left(\frac{n}{2}+0{,}29\right)k_1+0{,}35\,k_2} \quad (35)$$

Die Gleichung 28 zur Bestimmung der vortheilhaftesten Höhe nimmt durch Einsetzen der Ausdrücke für $\varphi(x)$, $\varphi'(x)$ und a und nach einiger Reduction die Form an

$$k_1\left\{0{,}3+\frac{0{,}081}{n}-\frac{(6n-1)(mH\mp p)}{6(m\pm n)}+\right.$$
$$\left.+\left[0{,}54+\frac{0{,}072}{n}+\frac{6mn\pm(2n-0{,}17)}{6(m\pm n)}\right]x\right\}+$$
$$+k_2\,\{0{,}3+0{,}11\,x\}+k_3\cdot 0{,}44\,t-k_4\,\frac{m(6n-1)}{6(m\pm n)}=0, \quad (36)$$

Digitized by Google

aus welcher sich ergiebt

$$x = \frac{\left[\frac{(6n-1)(mH+p)}{6(m+n)} - \frac{0{,}021}{n} - 0{,}3\right]k_1 - 0{,}3k_2 - 0{,}44tk_3 + \frac{m(6n-1)}{6(m+n)}k_4}{\left[0{,}54 + \frac{0{,}073}{n} + \frac{6mn+(2n-0{,}11)}{6(m+n)}\right]k_1 + 0{,}71\,k_2}$$

Man kann diesen Ausdruck etwas abrunden, indem man in den beiden Gliedern $\frac{0{,}021}{n}$ und $\frac{0{,}073}{n}$ für n den Mittelwerth $1{,}5$ annimmt, wodurch die Ausdrücke $-\frac{0{,}021}{n} - 0{,}3$ und $0{,}54 + \frac{0{,}073}{n}$ bezw. zu $-0{,}33$ und $+0{,}59$ werden. Dann sind auch hier wie oben die betreffenden Ausdrücke durch M und N zu bezeichnen, wodurch die Formel für die pecuniär günstigste Futtermauerhöhe bei geneigtem Terrain wird

$$x = \frac{\left[\left(H + \frac{p}{m}\right)M - 0{,}35\right]k_1 - 0{,}3\,k_2 - 0{,}44\,t\,k_3 + M\,k_4}{(N + 0{,}59)\,k_1 + 0{,}71\,k_2} \quad (37)$$

Für horizontales Terrain, also $m = \infty$, geht dieselbe über in

$$x = \frac{[H(n-0{,}17) - 0{,}35]k_1 - 0{,}3k_2 - 0{,}44\,t\,k_3 + k_4(n-0{,}17)}{(n+0{,}59)\,k_1 + 0{,}71\,k_2} \quad (38)$$

Der Vergleich der Formeln 37 und 38 mit 34 und 35 ergiebt, dafs die günstigste Mauerhöhe ungefähr gleich der Hälfte der Grenzhöhe ist, wenn die Fundirungskosten der Mauer nicht zu bedeutend sind.

In den nachfolgenden Tabellen sind die Werthe der Coëfficienten M und N für verschiedene gewöhnlich vorkommende Werthe von m und n zusammengestellt, so dafs sie für bestimmte Beispiele sofort aus denselben entnommen werden können. Von den Doppelwerthen der Tabellen entspricht wieder stets der obere dem Fallen des Terrains gegen die Mauer, der untere der entgegengesetzten Neigung.

Tabelle für M.

$n=$	$m=$ ∞	100	50	33,33	25	20	15	12	10	8	6
1,25	1,083	1,069 1,097	1,056 1,111	1,044 1,125	1,031 1,140	1,019 1,156	1,000 1,182	0,981 1,208	0,963 1,238	0,937 1,284	0,896 1,368
1,50	1,333	1,313 1,353	1,294 1,374	1,276 1,396	1,257 1,418	1,240 1,442	1,212 1,481	1,185 1,526	1,159 1,569	1,123 1,641	1,067 1,778
2,00	1,833	1,797 1,871	1,763 1,909	1,729 1,950	1,700 2,000	1,666 2,057	1,618 2,118	1,571 2,200	1,528 2,292	1,467 2,444	1,375 2,750

Tabelle für N.

$n=$	$m=$ ∞	100	50	33,33	25	20	15	12	10	8	6
1,25	1,25	1,24 1,26	1,23 1,27	1,22 1,28	1,21 1,30	1,19 1,31	1,18 1,34	1,16 1,36	1,15 1,38	1,13 1,42	1,09 1,50
1,50	1,50	1,48 1,52	1,47 1,54	1,45 1,56	1,43 1,57	1,42 1,60	1,39 1,63	1,37 1,67	1,34 1,71	1,31 1,77	1,26 1,89
2,00	2,00	1,97 2,03	1,93 2,07	1,91 2,11	1,88 2,15	1,85 2,19	1,80 2,26	1,76 2,34	1,72 2,42	1,66 2,56	1,58 2,82

Wenn das Planum auf beiden Seiten mit Futtermauern eingefafst wird, so ist bei geneigtem Terrain für jede Hälfte die Berechnung der Mauerhöhe und der Ersparnisse unter Berücksichtigung der für beide Hälften in der Rechnung entgegengesetzt zu nehmenden Terrainneigung vorzunehmen. Man erhält dann für beide Seiten verschiedene Mauerhöhen und Ersparnisse und durch Addition der letzteren die am ganzen Einschnitt erzielte Kostenverminderung.

Nimmt man beispielsweise

$m = 20$,	$\delta = 0{,}15$ m,
$n = 1{,}25$,	$k_1 = 1{,}5$ Mark,
$H = 10$ m,	$k_2 = 7$ Mark,
$p = 4{,}15$ m,	$k_3 = 5$ Mark,
$t = 0{,}3$ m,	$k_4 = 15$ Mark,

(wobei ebenfalls unschwer zu beschaffendes Mauermaterial und kostspieliger Grunderwerb vorausgesetzt ist), dann ist für diejenige Einschnittshälfte, in welcher das Terrain gegen die Mauer fällt,

$$M = 1{,}240; \quad N = 1{,}42$$

und die günstigste Mauerhöhe nach Formel 37

$$x = \frac{\left[\left(10 - \frac{4{,}15}{20}\right)1{,}24 - 0{,}35\right]1{,}5 - 0{,}3\cdot 7 - 0{,}44\cdot 0{,}3\cdot 5 + 1{,}24\cdot 15}{(1{,}42 + 0{,}59)\,1{,}5 + 0{,}71\cdot 7} = \text{rot. } 4{,}1 \text{ m}.$$

Für die andere Hälfte ist das Terrain als von der Mauer abfallend anzunehmen und es ist dann

$$M = 1{,}442; \quad N = 1{,}60$$

und die günstigste Mauerhöhe nach Formel 37

$$x = \frac{\left[\left(10 + \frac{4{,}15}{20}\right)1{,}442 - 0{,}35\right]1{,}5 - 0{,}3\cdot 7 - 0{,}44\cdot 0{,}3\cdot 5 + 1{,}442\cdot 15}{(1{,}60 + 0{,}59)\,1{,}5 + 0{,}71\cdot 7} = \text{rot. } 4{,}3 \text{ m}.$$

Die Ersparnisse pro lfd. Meter sind im ersten Falle nach Formel 30

$$E = 1{,}5\cdot 4{,}1\left[\left(10 - \frac{4{,}15}{20}\right)1{,}24 - 0{,}35 - \left(\frac{1{,}42}{2} + 0{,}59\right)4{,}1\right] - 7\cdot 4{,}1\,(0{,}3 + 0{,}35\cdot 4{,}1) - 5\cdot 0{,}3\,(0{,}3 + 0{,}44\cdot 4{,}1) + 15\cdot 1{,}24\cdot 4{,}1 = \text{rot. } 64 \text{ Mark}.$$

Für die andere Hälfte sind die Ersparnisse pro lfd. Meter nach Formel 30

$$E = 1{,}5\cdot 4{,}3\left[\left(10 + \frac{4{,}15}{20}\right)1{,}442 - 0{,}35 - \left(\frac{1{,}60}{2} + 0{,}59\right)4{,}3\right] - 7\cdot 4{,}3\,(0{,}3 + 0{,}35\cdot 4{,}3) - 5\cdot 0{,}3\,(0{,}3 + 0{,}44\cdot 4{,}3) + 15\cdot 1{,}442\cdot 4{,}3 = \text{rot. } 92 \text{ Mark}.$$

Es betragen mithin die Ersparnisse pro lfd. Meter am ganzen Einschnitt $64 + 92 = 156$ Mark.

Die Grenzen der pecuniär vortheilhaften Mauerhöhen ergeben sich nach Gleichung 32 aus

$$[1{,}5\,(0{,}71 + 0{,}59) + 0{,}35\cdot 7]\,x^2 - \left[1{,}5\left\{1{,}24\left(10 - \frac{4{,}15}{20}\right) - 0{,}35\right\} - 0{,}3\cdot 7 - 0{,}44\cdot 0{,}3\cdot 5 + 1{,}24\cdot 15\right]x + 0{,}3\cdot 0{,}3\cdot 5 = 0$$

für die erste Hälfte, und aus:

$$[1{,}5\,(0{,}3 + 0{,}59) + 0{,}35\cdot 7]\,x^2 - \left[1{,}5\left\{1{,}442\left(10 + \frac{4{,}15}{20}\right) - 0{,}35\right\} - 0{,}3\cdot 7 - 0{,}44\cdot 0{,}3\cdot 5 + 1{,}442\cdot 15\right]x + 0{,}3\cdot 0{,}3\cdot 5 = 0$$

Digitized by Google

für die andere Hälfte, oder reducirt

$$3{,}95\,x^2 - 32{,}36\,x + 2{,}4 = 0,$$
$$4{,}06\,x^2 - 39{,}29\,x + 2{,}4 = 0.$$

Für die erste Hälfte folgt aus der ersten Gleichung

$$x = \begin{cases} 8{,}12^{\,m}, \\ 0{,}07^{\,m}, \end{cases}$$

und für die andere aus der zweiten Gleichung

$$x = \begin{cases} 9{,}66^{\,m}, \\ 0{,}06^{\,m}. \end{cases}$$

Die angenäherten Grenzhöhen würden sich ergeben zu

$2 \cdot 4{,}1 = 8{,}2^{\,m}$ für die erste Hälfte und
$2 \cdot 4{,}8 = 9{,}6^{\,m}$ für die zweite Hälfte.

welche Werthe fast genau mit den exacten Werthen übereinstimmen.

Die in Bezug auf die Mauerhöhe linearen Ausdrücke 11 und 29 für die Mauerstärken waren wegen dieser Eigenschaft besonders bequem für die Durchführung der Rechnungen, welche zu speciellen Ausdrücken für die günstigste Mauerhöhe, die Gröfse der Ersparnisse und die Grenzwerthe der vortheilhaften Mauerhöhen führten. Bestimmt man die Mauerstärken nach anderen empirischen oder theoretisch entwickelten Formeln, so würde es nicht schwer sein, auch für diese Fälle auf dem oben eingeschlagenen Wege den speciellen Annahmen entsprechende Schlufsresultate zu entwickeln. Es werden indessen die Abweichungen der Resultate, welche man unter Zugrundelegung verschiedener Formeln für die Mauerstärken erhält, für practische Fälle nicht von grofser Bedeutung sein, so dafs wohl die vorstehend entwickelten Formeln 14 bis 17, 30 bis 35, 37 und 38 in den meisten Fällen der Praxis Verwendung finden können.

Darmstadt, im August 1874.

Dr. L. Bräuler.

Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

Verzeichnifs der im Preufsischen Staate angestellten Baubeamten.

(Mitte April 1875.)

I. Im Ressort des Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

Verwaltung der Eisenbahn-Angelegenheiten und des Land-, Wasser- und Chaussee-Bauwesens.

A. Bei Central-Behörden.

1) Beim Ministerium.

Hr. Weishaupt, Ober-Bau- und Ministerial-Director der Eisenbahn-Abtheilung.

a) Vortragende Räthe.

Hr. Dr. Hagen, Ober-Landes-Bau-Director.
- Nottebohm, Geheimer Ober-Baurath.
- Salzenberg, desgl.
- Wiebe, desgl.
- Grund, desgl.
- Schönfelder, desgl.
- Flaminius, desgl.
- Lüddecke, desgl.
- Herrmann, desgl.
- Gercke, desgl.
- Schwedler, J. W., desgl.
- Giersberg, Geheimer Baurath.
- Schneider, desgl.
- Baensch, desgl.
- Franz, desgl.
- Dieckhoff, desgl.
- N. N desgl.

b) Im technischen Büreau der Abtheilung für die Eisenbahn-Angelegenheiten.

Hr. Quensell, Regierungs- und Baurath, Vorsteher des Büreaus.
- Ruttkowski, Eisenbahn-Bauinspector.
- Dr. zur Nieden, desgl.
- Bartels, Eisenbahn-Baumeister.

c) Technische Hilfsarbeiter bei der Abtheilung für das Bauwesen.

Hr. Kümmritz, Baurath.
- Gaertner, desgl.

d) Bei besonderen Bauausführungen.

Hr. Erbkam, Baurath, leitet den Bau der National-Galerie in Berlin.

2) Technische Bau-Deputation.

Hr. Dr. Hagen, Ober-Landes-Bau-Director, Vorsitzender (s. o. bei 1a).
- Eytelwein, Wirkl. Geheimer Ober-Finanzrath in Berlin.
- Hartwich, Wirkl. Geh. Ober-Regierungsrath a. D. in Berlin.
- Fleischinger, Geheimer Ober-Baurath (stellvertr. Vorsitzender) in Berlin.
- v. Quast, Geheimer Regierungsrath in Berlin.
- Strack, Ober-Hof-Baurath und Professor in Berlin.
- Hitzig, Geheimer Regierungsrath in Berlin.
- Drewitz, desgl. in Erfurt.
- Wiebe, Geheimer Ober-Baurath (s. o. bei 1a) in Berlin.
- Nottebohm, desgl. desgl. in Berlin.
- Salzenberg, Geh. Ober-Baurath (s. o. bei 1a) in Berlin.
- Weishaupt, Theodor, Ministerial-Director in Berlin (s. o. bei 1).
- Stein, Geheimer Regierungsrath a. D. in Stettin.
- Grund, Geheimer Ober-Baurath (s. o. bei 1a) in Berlin.
- Koch, Geh. Ober-Baurath a. D. (Ehrenmitglied) in Magdeburg.
- Schönfelder, Geh. Ober-Baurath (s. o. bei 1a) in Berlin.
- Herrmann, Geheimer Ober-Baurath desgl. daselbst.
- Siegert, Geh. Ober-Baurath a. D. (Ehrenmitglied) daselbst.
- Flaminius, Geheimer Ober-Baurath (s. o. bei 1a) daselbst.
- Lüddecke, desgl. desgl. daselbst.
- Gercke, desgl. desgl. daselbst.
- Schwedler, J. W., desgl. desgl. daselbst.
- Giersberg, Geheimer Baurath desgl. daselbst.
- Lucae, Baurath, Prof. u. Director d. Bau-Akademie daselbst.
- Kinel, Geheimer Ober-Regierungsrath beim Reichskanzler-Amte daselbst.
- Schneider, Geheimer Baurath (s. o. bei 1a) daselbst.

Digitized by Google

Hr. Baensch, Geheimer Baurath (s. o. bei 1a) in Berlin.
- Franz, desgl. (s. o. bei 1a) daselbst.
Hr. Wex, Geheimer Baurath (s. u. bei *D* 1) in Bromberg.
- Dieckhoff, desgl. (s. o. bei 1a) in Berlin.

B. Bei der Bau-Akademie in Berlin.

Hr. Lucae, Professor, Baurath, Director der Bau-Akademie.

Als Lehrer angestellt:

Hr. Boetticher, Professor.
- Strack, Ober-Hof-Baurath und Professor (s. o. bei 2).
- Adler, Professor und Baurath.
Hr. Schwedler, Geheimer Ober-Baurath (s. o. bei 1a u. 2).
- Spielberg, Professor.
- Jacobsthal, Land-Baumeister, Professor.

C. Bei den Eisenbahn-Commissariaten.

Hr. Bensen, Regierungs- und Baurath in Berlin, (auch für Erfurt).
- Plathner, desgl. in Berlin.
- Oberbeck, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied in Berlin und zugleich technischer Commissarius zur speciellen Beaufsichtigung der Bauausführung einer Eisenbahn von Erfurt über Saalfeld nach Weischlitz nebst Zweigbahnen von Hettstedt nach Stadt Ilm und von Schwarza nach Königssee.
- Vogel, Regierungs- und Baurath, in Coblenz.
- Hardt, desgl. in Coblenz, unter Belassung der speciellen Beaufsichtigung der Bauausführung der Eisenbahnen von Dortmund nach Enschede, von Münster nach Enschede und von Lemförde nach Bergheim.
Hr. Hoffmann, Geheimer Regierungsrath, Staats-Commissar für die Eisenbahnen in den Elbherzogthümern und den Bau der Bahnen von Stade nach Cuxhaven und von Harburg nach Stade, in Altona.
- Giese, Eisenbahn-Bauinspector, technischer Commissarius zur speciellen Beaufsichtigung der Bauausführung der Marienburg-Mlawkaer Eisenbahn, in Bromberg (s. auch unter *D* 1).
- Reps, Ober-Betriebsinspector, technischer Commissarius zur speciellen Beaufsichtigung der Bauausführung der Oels-Gnesener, der Berlin-Dresdener und der Creuzburg-Posener Eisenbahn, in Berlin.
- Burghardt, Eisenbahn-Baudirector, technischer Commissarius für den Bau der Hannover-Altenbekener Eisenbahn, in Hannover.

D. Bei den Königlichen Eisenbahn-Directionen.

1. Ostbahn.

Hr. Wex, Geheimer Baurath, Vorsitzender der Direction, in Bromberg.
- Loeffler, Geheimer Regierungsrath, technisches Mitglied der Direction, z. Z. in Berlin (s. auch unter 12).
- Küll, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Bromberg.
- Schmeitzer, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Bromberg.
- Grillo, Baurath, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Königsberg.
- Suche, Baurath, Eisenbahn-Bauinspector, in Tilsit.
- Baedeker, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Bromberg.
- Rintelen, Eisenbahn-Bauinspector, Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Berlin.
- Reitemeier, Ober-Betriebsinspector, Hilfsarbeiter der Direction, in Bromberg.
- Hildebrand, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Bromberg.
- Lademann, desgl. Vorsteher des betriebstechnischen Büreaus, in Bromberg.
- Magnus, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Landsberg a/W.
- Giese, Eisenbahn-Bauinspector, Vorsteher des Central-Bau-Büreaus (s. auch unter *C*), in Bromberg.
- Wollanke, Eisenbahn-Bauinspector, Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission, in Bromberg.
- Hesgewaldt, Eisenbahn-Betriebsinspector, in Insterburg.
- Siecke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Thorn.
- Baumert, desgl. in Schneidemühl.
- Tasch, desgl. in Königsberg.
- Porsch, desgl. in Bromberg.
- Wolff, desgl. in Dirschau.
- Clemens, desgl. in Danzig.
- Petersen, desgl. Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission, in Berlin.
- Pauly, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Berlin.
- Bachmann, Eisenbahn-Bauinspector, Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission, in Königsberg.

Hr. Matthies, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Insterburg.
- van Nes, Eisenbahn-Bauinspector, verwaltet die Eisenbahn-Baumeister-Stelle in Elbing.
- Nicolassen, Eisenbahn-Baumeister in Berlin.
- Sperl, desgl. in Königsberg.
- Mappes, desgl. in Danzig.
- Michaelis, desgl. in Insterburg.
- Massalsky, desgl. in Memel.
- von Moraczewski, desgl. in Bromberg.
- Zickler, desgl. in Schneidemühl.
- Plathner, desgl. in Bromberg.
- Beil, desgl. in Bromberg.
- N. N., desgl. in Bromberg.

2. Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn.

Hr. Schwabe, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Berlin.
- Rock, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Berlin.
- Priess, Baurath, Betriebsinspector in Görlitz.
- Ruchholz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Guben.
- Vieregge, desgl. in Breslau.
- Schulze, desgl. in Berlin.
- Schilling, desgl. in Frankfurt a/O.
- Scotti, Eisenbahn-Bauinspector, in Berlin.
- Wagemann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Hirschberg.
- Otto, desgl. in Berlin.
- von Geldern, desgl. in Berlin.
- Grofsmann, desgl. in Sagan.
- N. N., desgl. bei der Verbindungsbahn, in Berlin.
- Balthasar, Eisenbahn-Baumeister in Hirschberg.
- Neitzke, desgl. in Berlin.
- Haarbeck, desgl. in Berlin.
- Gabriel, desgl. in Görlitz.

Digitized by Google

3. Westfälische Eisenbahn.

Hr. Bachmann, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Münster.
- Bramer, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Münster.
- Klose, Ober-Betriebsinspector, in Münster.
- Voss, Betriebs-Director, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Emden.
- Garcke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Hamm.
- Disselhoff, Eisenbahn-Bauinspector, Vorsteher des technischen Central-Büreaus, in Münster.
- Müller, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Paderborn.
- Schmiedt, desgl. in Münster.
- Sattig, desgl. in Münster
- Glünder, Bauinspector, Eisenbahn-Baumeister in Lingen.
- Westphalen, desgl. desgl. in Paderborn.
- Röhner, Eisenbahn-Baumeister in Emden.
- Hahn, desgl. in Northeim.

4. Eisenbahn-Direction in Elberfeld.

Hr. Plange, Geheimer Regierungsrath, technisches Mitglied der Direction, in Elberfeld.
- Brandhoff, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Elberfeld.
- Pichler, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Elberfeld.
- Buchholz, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission in Cassel.
- Rudolph, Baurath, technischer Hilfsarbeiter der Eisenbahn-Commission in Cassel.
- Kricheldorff, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Altena.
- Mechelen, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Aachen.
- Janssen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, commiss. technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Essen.
- Schmitt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission, in Düsseldorf.
- Lex, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, commiss. technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Düsseldorf.
- Rupertus, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Aachen.
- von Gabain, desgl. in Arnsberg.
- Blumberg, desgl in Düsseldorf.
- Dulk, desgl. (bei der Hessischen Nordbahn), in Cassel.
- Küster, desgl. in Elberfeld.
- Kahle, desgl. in Dortmund.
- Naumann, desgl. Vorsteher des betriebstechnischen Büreaus, in Elberfeld.
- Schroeder, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, commissarischer Ober-Betriebsinspector, in Elberfeld.
- Kottenhoff, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Essen.
- Reuter, desgl. daselbst.
- Emmerich, desgl. in Elberfeld.
- Hassenkamp, desgl. Assistent und Vertreter des Ober-Betriebsinspectors, in Elberfeld.
- Schultz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Altena.
- Ehlert, desgl. Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission, in Aachen.
- Berendt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission, in Essen.
- Schmidts, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Elberfeld.
- Schepers, desgl. daselbst.
- Delmes, desgl. in Cassel.
- Siebert, Eisenbahn-Baumeister, bei der Hessischen Nordbahn, in Cassel.
- Bechtel, Eisenbahn-Baumeister, in Arnsberg.
- Fischbach, desgl. in Elberfeld.
- Müller, Louis, desgl. in Dortmund.
- Tobien, desgl. in Attendorn.
- Garcke, desgl. in Jülich.
- Koch, desgl. in M. Gladbach.
- Arndts, desgl. in Warburg.
- Eversheim, desgl. in Bochum.
- König, desgl. in Elberfeld.
- Awater, desgl. in Lennep.
- Masberg, desgl. in Aachen.
- Siewert, desgl. bei der Hessischen Nordbahn, in Rotenburg.
- Brewitt, desgl. in Elberfeld.
- Hattenbach, desgl. in Essen.
- Schneider, desgl. in Elberfeld.
- Tetens, desgl. in Düsseldorf.
- Jungbecker, desgl. in Hagen.
- Seick, desgl. in Unna.
- Rump, desgl. in Altena.
- van de Sandt, desgl. in Düsseldorf.
- N. N., desgl. in Attendorn.
- N. N., desgl. in Elberfeld.

5. Eisenbahn-Direction in Saarbrücken.

Hr. Früh, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Saarbrücken.
- Bormann, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Saarbrücken.
- Sebaldt, Ober-Betriebsinspector, in Saarbrücken.
- Zeh, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Creuznach.
- Bayer, desgl. in Trier.
- de Nerée, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Saarbrücken.
- N. N., desgl. daselbst.
- Dr. Mecklenburg, Eisenbahn-Baumeister in Creuznach.
- Naud, desgl. in St. Wendel.
- Schmidt, desgl. commiss. Vorsteher des technischen Central-Büreaus, in Saarbrücken.
- Höbel, Eisenbahn-Baumeister in Saarbrücken.
- Housselle, desgl. verwaltet eine Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector-Stelle in Saarbrücken.
- Lengeling, Eisenbahn-Baumeister in Cochem.
- Israël, desgl. in Saarbrücken.
- Carpe, desgl. in Alf.
- Sobeczko, desgl. in Saarbrücken.
- Schnebel, desgl. in Saarbrücken.
- Braune, desgl. in Trier.

6. Oberschlesische Eisenbahn-Direction in Breslau.

Hr. Simon, Geheimer Regierungsrath, technisches Mitglied der Direction, in Breslau.
- Oberbeck, Eisenbahn-Director und technisches Mitglied für die Wilhelmsbahn, in Ratibor.
- Grotefend, Geheimer Regierungsrath, technisches Mitglied der Direction, in Breslau.
- Rampoldt, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Breslau.
- Urban, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied und Vorsitzender der Eisenbahn-Commission, in Kattowitz.
- Steegmann, Ober-Betriebsinspector, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Posen.
- Rasch, Eisenbahn-Bauinspector, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Glogau.
- Luck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Breslau.
- Rosenberg, Eisenbahn-Betriebsinspector in Beuthen O/Schl.
- Niemann, Baurath, Vorsteher des technischen Büreaus, in Breslau.
- Bender, Eisenbahn-Bauinspector, technischer Hilfsarbeiter der Direction, in Breslau.
- Stock, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Ratibor.

Digitized by Google

Hr. Melchiors, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Breslau.
- Wenderoth, desgl. in Stargard i/Pom.
- Dieckmann, desgl. in Glogau.
- Müller, desgl. in Posen.
- Sellin, desgl. in Strehlen.
- Kubale, desgl. in Gleiwitz.
- Abraham, desgl. in Inowraclaw.
- Darup, desgl. in Kattowitz.
- Roth, desgl. in Lissa.
- Schwedler, Eisenbahn-Baumeister in Ratibor.
- Jungnickel, desgl. verwaltet eine Bauinspector-Stelle in Breslau.
- Monschener, desgl. in Kattowitz.
- Westphal, desgl. in Habelschwerdt.
- Mentzel, desgl. in Breslau.
- Schaper, desgl. in Breslau.
- Ruland, desgl. in Glatz.
- Taeglichsbeck, desgl. in Mittelwalde.
- Usener, desgl. in Kattowitz.
- Neumann, desgl. in Neustadt.
- Theune, desgl. in Glogau.
- Viereck, desgl. in Gleiwitz.
- Krackow, desgl. in Stargard i/Pom.
- Rascher, desgl. Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission in Posen.
- Büscher, Eisenbahn-Baumeister in Glatz.
- Kolaszewski, desgl. Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission in Kattowitz.
- Blanck, desgl. in Breslau.
- Hausding, desgl. Vorsteher des techn. Büreaus der Eisenbahn-Commission in Ratibor.
- Gottstein, desgl. in Breslau.
- Piossek, desgl. in Rybnik.

7. Eisenbahn-Direction zu Frankfurt a/M.

Hr. Redlich, Regierungs- u. Baurath, Vorsitzender, in Frankfurt a/M.
- Behrend, desgl. technisches Mitglied in Frankfurt a/M.
- Lehwald, desgl. desgl. in Frankfurt a/M.
- Fischer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorsteher des technischen Büreaus, in Frankfurt a/M.
- Lütteken, Eisenbahn-Bauinspector, commiss. Ober-Betriebsinspector, in Frankfurt a/M.
- Bauer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Fulda.
- Schmidt, desgl. in Hanau.
- Güntzer, desgl. in Frankfurt a/M.
- N. N., desgl. in Frankfurt a/M.
- Bücking, Eisenbahn-Baumeister in Fulda.
- Knebel, desgl. in Bebra.
- Kalb, desgl. in Gemünden.
- Zimmermann, desgl. in Hanau.
- Eggert, desgl. in Frankfurt a/M.
- Kirsten, desgl. in Witzenhausen.
- Loycke, desgl. in Eschwege.

8. Direction der Main-Weser-Bahn in Cassel.

Hr. Uthemann, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Cassel.
- Heyl, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Frankfurt a/M.
- Boettcher, desgl. in Cassel.
- Taeger, Eisenbahn-Baumeister, commiss. Vorsteher des technischen Central-Büreaus, in Cassel.
- Hottenrott, Eisenbahn-Baumeister in Frankfurt a/M.
- Frankenfeld, desgl. in Cassel.
- Francke, desgl. in Friedberg.

9. Eisenbahn-Direction in Hannover.

Hr. Durlach, Geheimer Regierungsrath, technisches Mitglied der Direction, in Hannover.
- Spielhagen, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Commission, in Bremen.
- N. N., Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Hannover.
- Hinüber, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Cassel.
- Beckmann, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission in Hannover.
- Nahrath, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, technisches Mitglied der Eisenbahn-Commission, in Harburg.
- Lanz, Eisenbahn-Baudirector in Hannover.
- von Sehlen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Hannover.
- Crone, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector, Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission, in Cassel.
- Koschel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorsteher des technischen Büreaus der Commission, in Hannover.
- Schulenburg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorsteher des betriebstechnischen Directorial-Büreaus in Hannover.
- Scheuch, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorsteher des technischen Büreaus der Eisenbahn-Commission, in Bremen.
- Grüttefien, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorsteher des technischen Central-Büreaus, in Hannover.
- Dato, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Cassel.
- Knoche, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, in Hannover.
- Lange, desgl. daselbst.
- Dr. Ziehen, desgl. in Harburg.
- Leuchtenberg, desgl. in Bremen.
- Kettler, Eisenbahn-Bauinspector in Osnabrück.
- Boisserée, Eisenbahn-Baumeister in Hannover (verwaltet eine Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector-Stelle daselbst).
- Liegel, Eisenbahn-Bauinspector in Göttingen, fungirt als Eisenbahn-Baumeister.
- Ellenberger, Eisenbahn-Baumeister in Uelzen.
- Eilert, desgl. in Nordhausen.
- Textor, desgl. in Osnabrück.
- Claudius, desgl. in Hannover.
- Rohrmann, desgl. in Harburg (Vorsteher des techn. Büreaus der dortigen Eisenbahn-Commiss.).
- Schreinert, Eisenbahn-Baumeister in Hannover.
- Koenen, desgl. daselbst.
- N. N., desgl. in Bremen.

10. Eisenbahn-Direction zu Wiesbaden.

Hr. Hilf, Geheimer Regierungsrath, technisches Mitglied der Direction, in Wiesbaden.
- Usener, Eisenbahn-Bauinspector, in Wiesbaden.
- Wagner, Eisenbahn-Betriebsinspector, in Limburg.
- Gutmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Castel bei Mainz.
- Stratemeyer, desgl. in Wiesbaden.
- George, Eisenbahn-Baumeister in Lahnstein.
- Velde, desgl. in Wiesbaden.
- Merkel, desgl. in Limburg.
- Allmenroeder, desgl. in Rüdesheim.
- Altenloh, desgl. in Coblenz (verwaltet die dortige Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector-Stelle).
- Hellwig, Eisenbahn-Baumeister in Wiesbaden.

11. Direction der Main-Neckar-Bahn zu Darmstadt.

Hr. Bartels, Eisenbahn-Baumeister in Frankfurt a/M.

12. Commission für den Bau der Bahn Berlin-Nordhausen, in Berlin.

Hr. Löffler, Geheimer Regierungsrath in Berlin (s. auch unter *D*1).
- Ballauff, Eisenbahn-Baumeister, commiss. Vorsteher des technischen Central-Büreaus in Berlin.

Digitized by Google

Hr. van den Bergh, Eisenbahn-Baumeister, verwaltet eine Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector-Stelle in Barby.
- Zeyfs, Eisenbahn-Baumeister in Staísfurt.
- von Schütz, desgl. in Berlin.

13. Direction der Berliner Stadt-Eisenbahn-Gesellschaft.

Hr. Dircksen, Regierungs- und Baurath, Vorsitzender der Direction, in Berlin.
- Schneider, Eisenbahn-Baumeister in Berlin.
- Schmidt, desgl. daselbst.

E. Bei Provinzial-Verwaltungs-Behörden.

1. Regierung zu Königsberg in Pr.

Hr. Oppermann, Geheimer Regierungsrath in Königsberg.
- Herzbruch, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Hesse, desgl. daselbst.
- Bertram, Baurath, Bauinspector in Braunsberg.
- Steenke, desgl. Wasser-Bauinspector in Zölp bei Saalfeld
- Lettgau, desgl. desgl. in Labiau (verwaltet die dortige Kreis-Baumeister-Stelle).
- Wiegand, Bauinspector in Königsberg.
- Schultz, Th., desgl. daselbst.
- Rotmann, desgl. in Ortelsburg.
- Wolff, Schlofs-Bauinspector in Königsberg.
- Natus, Hafen-Bauinspector in Pillau.
- Brown, Bauinspector in Osterode.
- Dempwolff, Hafen-Bauinspector in Memel.
- Meyer, Kreis-Baumeister für den Baukreis Prökuls, in Memel.
- Kaske, desgl. in Rastenburg.
- le Blanc, desgl. in Gerdauen.
- Dannenberg, desgl. in Heiligenbeil.
- Saemann, desgl. in Bartenstein.
- Friedrich, desgl. in Pr. Holland.
- Steinbick, desgl. in Wehlau.
- Mohr, desgl. in Allenstein.
- Langbein, desgl. in Rösel.
- Siebert, desgl. in Pr. Eylau.
- Breda, desgl. in Heilsberg.
- N. N., desgl. in Neidenburg.

2. Regierung zu Gumbinnen.

Hr. von Zschock, Regierungs- und Baurath in Gumbinnen.
- Kuckuck, desgl. daselbst.
- Treuhaupt, Bauinspector in Gumbinnen.
- Schmarsow, desgl. in Lyck.
- Lorck, Wasser-Bauinspector in Kukerneese.
- Grun, Bauinspector in Stallupönen.
- Noering, desgl. in Tilsit.
- Siehr, desgl. in Insterburg.
- Schlichting, Wasser-Bauinspector in Tilsit.
- Zacher, Kreis-Baumeister in Margrabowa.
- Gronwald, desgl. in Goldapp.
- Thiele, desgl. in Lötzen.
- Kapitzke, desgl. in Ragnit.
- Cartellieri, desgl. in Johannisburg.
- Costede, desgl. in Pillkallen.
- Kischke, desgl. in Sensburg.
- Schlichting, desgl. für den Baukreis Niederung, in Heinrichswalde.
- Naumann, desgl. in Darkehmen.
- Ruttkowski, desgl. in Angerburg.
- Vogelsang, Land-Baumeister in Gumbinnen.
- N. N., Kreis-Baumeister in Heydekrug.

3. Regierung zu Danzig.

Hr. Ehrhardt, Regierungs- und Baurath in Danzig.
- Alsen, desgl. daselbst.
- Klopsch, Baurath, Wasser-Bauinspector in Elbing.
- Degner, Wasser-Bauinspector in Danzig.
- Schwabe, Hafen-Bauinspector in Neufahrwasser.
- Nath, Bauinspector in Danzig.
- Dieckhoff, Wasser-Bauinspector in Marienburg.
- Fromm, Kreis-Baumeister in Neustadt.
- Passarge, Kreis-Baumeister in Elbing.
- Hunrath, desgl. in Berent.
- Schwalm, desgl. in Carthaus.
- Stiewe, Wasser-Baumeister in Rothebude bei Tiegenhof.
- Linker, Kreis-Baumeister in Pr. Stargard.
- N. N., desgl. in Dirschau.

4. Regierung zu Marienwerder.

Hr. Schmid, Geheimer Regierungsrath in Marienwerder.
- Kirchhoff, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Rauter, Baurath, Bauinspector in Graudenz.
- Kozlowski, Wasser-Bauinspector in Culm.
- Reichert, Bauinspector in Marienwerder.
- Barnick, Wasser-Bauinspector daselbst.
- Ammon, Kreis-Baumeister in Schlochau.
- Schmundt, desgl. in Rosenberg.
- Kleifs, desgl. in Thorn.
- Elsasser, desgl. in Strafsburg.
- Oltmann, desgl. in Conitz.
- Luetken, Land-Baumeister in Marienwerder.
- Schönrock, Kreis-Baumeister in Dt. Crone.
- Skrodzki, desgl. in Schwetz.

5*a*. Ministerial-Bau-Commission.

Hr. Zeidler, Regierungs- u. Baurath, Mitdirigent
- Schrobitz, Baurath, Bauinspector
- Stüve, Bauinspector
- Weber, desgl.
- Emmerich, desgl.
- Lorenz, desgl.
- von Ludwiger, desgl.
- Haeger, desgl.
- N. N., desgl.

} zu Berlin.

- Lanz, Baurath, Strafseninspector
- Frinken, Baurath, 1ter Land-Baumeister
- Coberg, Kreis-Baumeister
- Haenecke, 2ter Land-Baumeister.

5*b*. Polizei-Präsidium zu Berlin.

Hr. Wellmann, Regierungs- und Baurath
- Langerbeck, desgl.
- Warsow, Bauinspector
- Lefshaft, desgl.
- Steinbrück, desgl.
- Hesse, desgl.
- Badstübner, desgl.
- Doubberck, desgl.
- Meienreis, desgl.
- von Stückradt, desgl.
- Krause, Land-Baumeister.

} zu Berlin.

6. Regierung zu Potsdam.

Hr. Weishaupt, Regierungs- u. Baurath in Potsdam.
- Spieker, desgl. daselbst.
- Bluth, desgl. daselbst.
- Blew, Baurath, Bauinspector in Angermünde.
- Deutschmann, desgl. in Beeskow.
- Wohlbrück, Baurath, Wasser-Bauinspector in Grafenbrück.
- Reinhardt, Wasser-Bauinspector in Thiergartenschleuse bei Oranienburg.
- Koppen, Bauinspector in Berlin.
- Wilberg, Wasser-Bauinspector in Lenzen.

Digitized by Google

Hr. Germer, Bauinspector in Berlin.
- Blaurock, desgl. in Neu-Ruppin.
- Dr. Krieg, desgl. in Potsdam.
- Düsterhaupt, desgl. in Freienwalde a/O.
- Schuke, desgl. in Rathenow.
- Hoffmann, desgl. in Prenzlau.
- Köhler, Land-Baumeister, commiss. Bauinspector in Brandenburg a/H.
- N. N., Bauinspector in Zehdenick.
- Wendt, Kreis-Baumeister für den Baukreis Zossen, in Berlin.
- Bohl, desgl. in Kyritz.
- Thon, desgl. in Jüterbog.
- Stengel, Wasser-Baumeister in Cöpnick,
- Gette, 1. Land-Baumeister in Potsdam.
- Thurmann, Kreis-Baumeister in Templin.
- von Lancizolle, desgl. in Nauen.
- N. N., desgl. in Perleberg.
- N. N., 2. Land-Baumeister in Potsdam.

7. Regierung zu Frankfurt a/O.

Hr. Schack, Regierungs- und Baurath in Frankfurt a/O.
- Voiges, desgl. daselbst.
- von Morstein, Regierungs- und Baurath in Frankfurt a/O.
- Elsner, Bauinspector in Lübben.
- Lüdke, desgl. in Frankfurt.
- Beuck, Wasser-Bauinspector in Crossen.
- Pollack, Bauinspector in Sorau.
- von Schon, desgl. in Friedeberg N.-M.
- Cochius, desgl. in Frankfurt.
- Eitner, desgl. in Landsberg a. d. W.
- Orban, Wasser-Bauinspector in Cüstrin.
- Keller, desgl. in Frankfurt.
- Ebel, Kreis-Baumeister in Züllichau.
- Frick, desgl. in Cottbus.
- Stavenhagen, desgl. in Königsberg N.-M.
- Giebe, desgl. in Zielenzig.
- Müller, desgl. in Arnswalde.
- Dacmicke, desgl. in Cüstrin.
- Hacker, Land-Baumeister in Frankfurt.

8. Regierung zu Stettin.

Hr. Homann, Geheimer Regierungsrath in Stettin.
- Dresel, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Thömer, Baurath, Bauinspector in Stettin.
- Benoit, Hafen-Bauinspector in Swinemünde.
- Kunisch, Bauinspector in Demmin.
- Ulrich, Wasser-Bauinspector in Stettin.
- Freund, Bauinspector in Stargard.
- Bötel, desgl. in Pyritz.
- Fischer, Kreis-Baumeister in Naugard.
- Alberti, desgl. in Anclam.
- Brunner, desgl. in Cammin.
- Weizmann, desgl. in Greifenhagen.
- Endell, Land-Baumeister in Stettin.
- von Hülst, Kreis-Baumeister in Pasewalk.
- Haupt, desgl. in Greifenberg.

9. Regierung zu Cöslin.

Hr. Hagen, Regierungs- und Baurath in Cöslin.
- Döbbel, desgl. daselbst.
- Schüler, Bauinspector in Cöslin.
- Fölsche, desgl. in Belgard.
- Soenderop, desgl. in Stolp.
- Weinreich, Wasser-Bauinspector in Rügenwaldermünde.
- Kleefeld, Kreis-Baumeister in Neustettin.
- Ossent, desgl. in Bütow.
- Funck, desgl. in Dramburg.
- Jäckel, desgl. in Lauenburg.
- Momm, Land-Baumeister in Cöslin.
- Beutler, Kreis-Baumeister in Schlawe.

10. Regierung zu Stralsund.

Hr. von Dömming, Geheimer Regierungsrath in Stralsund.
- Trübe, Baurath, Bauinspector daselbst.
- Dau, Wasser-Bauinspector in Stralsund.
- Westphal, Kreis-Baumeister in Greifswald.
- Frölich, desgl. in Grimmen.

- Panse, Wasser-Baumeister in Stralsund.

11. Regierung zu Posen.

Hr. Koch, Regierungs- und Baurath in Posen.
- Haustein, desgl. daselbst.
- Kasel, Baurath, Bauinspector in Ostrowo.
- Schuster, Wasser-Bauinspector in Schrimm.
- Petersen, Bauinspector in Posen.
- Schönenberg, desgl. in Lissa.
- Helmeke, Kreis-Baumeister in Meseritz.
- Knechtel, desgl. in Wollstein.
- Klein, desgl. in Schroda.
- Wolff, desgl. in Rawicz.
- von Schäwen, desgl. in Krotoschin.
- Habermann, Land-Baumeister in Posen.
- Andres, Kreis-Baumeister in Birnbaum.
- Mathy, desgl. in Kempen.
- Backe, desgl. in Wreschen.
- Hirt, desgl. in Samter.
- Müller, desgl. in Kosten.
- Haschke, desgl. für den Baukreis Buk, in Grätz.
- Volkmann, desgl. in Obornik.
- N. N., desgl. in Pleschen.

12. Regierung zu Bromberg.

Hr. Muyschel, Regierungs- und Baurath in Bromberg.
- Meyer, desgl. daselbst.
- Queisner, Bauinspector in Bromberg.
- Herschenz, Bauinspector in Gnesen.
- Kischke, desgl. in Czarnikau.
- Schwartz, Wasser-Bauinspector in Bromberg.
- Striewski, Kreis-Baumeister in Mogilno.
- Reitsch, desgl. in Wongrowiec.
- Küntzel, desgl. in Inowraclaw.
- Bindewald, desgl. in Chodziesen.
- Sydow, desgl. in Schubin.
- Mex, desgl. in Wirsitz.
- Schönhals, Land-Baumeister in Bromberg.

13. Oberpräsidium und Regierung zu Breslau.

Hr. Bader, Regierungs- und Baurath, Oderstrom-Baudirector in Breslau.
- N. N., Wasser-Baumeister bei der Oderstrom-Bauverwaltung in Breslau.

Hr. Pohlmann, Geheimer Regierungsrath in Breslau.
- Brennhausen, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Herr, desgl. daselbst.
- Versen, Baurath, Wasser-Bauinspector in Steinau.
- Rosenow, Bauinspector in Breslau.
- Gandtner, Baurath, desgl. in Schweidnitz.
- Baumgart, desgl. in Glatz.
- Stephany, desgl. in Reichenbach.
- Knorr, desgl. in Breslau.
- Cramer, Wasser-Bauinspector daselbst.
- Woas, Bauinspector in Brieg.
- von Damitz, Kreis-Baumeister in Frankenstein.
- Graeve, desgl. in Winzig.
- Promnitz, Land-Baumeister in Breslau.
- Hammer, Kreis-Baumeister in Altwasser.
- Reuter, desgl. in Strehlen.
- Barth, desgl. in Neumarkt.
- Souchon, desgl. in Oels.
- Berndt, desgl. in Trebnitz.

Digitized by Google

14. Regierung zu Liegnitz.

Hr. Bergmann, Geheimer Regierungsrath in Liegnitz.
- Kühne, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Wolff, Baurath, Bauinspector in Görlitz.
- Lange, desgl. Wasser-Bauinspector in Glogau.
- Rickert, Bauinspector in Glogau.
- Fischer, desgl. in Liegnitz.
- Berghauer, desgl. daselbst.
- Kaupisch, desgl. in Hirschberg.
- Pohl, Baurath, Kreis-Baumeister in Löwenberg.
- Wronka, desgl. in Sagan.
- Schiller, desgl. in Bunzlau.
- Weinert, desgl. in Grünberg.
- Kappelhoff, desgl. in Landeshut.
- Starke, desgl. in Lauban.
- Schattauer, Land-Baumeister in Liegnitz.
- Simon, Kreis-Baumeister in Hoyerswerda.
- Langfeldt, desgl. in Goldberg.

15. Regierung zu Oppeln.

Hr. Berring, Regierungs- und Baurath in Oppeln.
- Klein, desgl. daselbst.
- Linke, Baurath, Bauinspector in Ratibor.
- Afsmann, Bauinspector in Gleiwitz.
- Rösener, desgl. in Neifse.
- Bandow, desgl. in Oppeln.
- Müller, desgl. in Cosel.
- Bachmann, desgl. in Oppeln.
- Hannig, Kreis-Baumeister in Beuthen.
- Weidner, desgl. in Rosenberg.
- Friese, Kreis-Baumeister in Neustadt O/S.
- Sell, desgl. in Pleſs.
- Gummel, Land-Baumeister in Oppeln.
- Koppen, Kreis-Baumeister in Tarnowitz.
- Holthausen, desgl. in Leobschütz.
- Roseck, desgl. in Carlsruhe.
- Meifsner, desgl. in Neifse.
- Becherer, desgl. in Rybnik.
- Demnitz, desgl. in Gr. Strehlitz.

16. Ober-Präsidium und Regierung zu Magdeburg.

Hr. Kozlowski, Elbstrom-Baudirector in Magdeburg.
- Siber, Wasser-Baumeister daselbst.

- Opel, Regierungs- und Baurath in Magdeburg.
- Döltz, desgl. daselbst.
- Pelizaeus, Baurath, Bauinspector in Halberstadt.
- Maafs, Wasser-Bauinspector in Magdeburg.
- Heyn, desgl. in Stendal.
- Fritze, Bauinspector in Magdeburg.
- Grofs, desgl. daselbst.
- Kluge, desgl. in Genthin.
- Schlitte, desgl. in Halberstadt.
- Marggraff, Kreis-Baumeister in Oschersleben.
- Wagenführ, desgl. in Salzwedel.
- Hefs, Baurath, desgl. in Gardelegen.
- Schröder, desgl. in Stendal.
- Gerlhoff, desgl. in Osterburg.
- Costenoble, Land-Baumeister in Magdeburg.
- Fiebelkorn, Kreis-Baumeister in Schönebeck.
- Süfs, desgl. in Wanzleben.
- Franke, desgl. in Neuhaldensleben.
- Schmidt, desgl. in Wolmirstedt.

17. Regierung zu Merseburg.

Hr. Sasse, Regierungs- und Baurath in Merseburg.
- Steinbeck, desgl. daselbst.
- Sommer, Bauinspector in Zeitz.
- Wernicke, desgl. in Torgau.
- Becker, desgl. in Sangerhausen.
- Werner, Bauinspector in Naumburg.
- Grote, Wasser-Bauinspector in Torgau.
- Danner, Bauinspector in Merseburg.
- De Rège, desgl. in Wittenberg.
- Kilburger, desgl. in Halle a/S.
- Göbel, desgl. in Eisleben.
- Wolff, desgl. in Halle a/S.
- Schmieder, Kreis-Baumeister in Herzberg.
- von Baunwarth, desgl. in Bitterfeld.
- Richrath, Land-Baumeister in Merseburg.
- Russell, Kreis-Baumeister in Delitzsch.
- Heidelberg, desgl. in Weifsenfels.
- N. N., desgl. in Liebenwerda.
- N. N., desgl. in Artern.

18. Regierung zu Erfurt.

Hr. Drewitz, Geheimer Regierungsrath in Erfurt (s. oben bei *A.* 2).
- Simon, Bauinspector in Mühlhausen.
- Lünzner, desgl. in Heiligenstadt.
- Dittmar, desgl. in Erfurt.
- Wertens, desgl. in Schleusingen.
- Nünneke, Kreis-Baumeister in Nordhausen.
- Dittmar, desgl. in Weifsensee.
- Heller, desgl. in Worbis.
- Boeske, desgl. in Ranis.
- Ihne, Land-Baumeister in Erfurt.

19. Regierung zu Schleswig.

Hr. Jessen, Regierungs- und Baurath in Schleswig.
- Scheffer, desgl. daselbst.
- von Irminger, desgl. daselbst.
- Becker, desgl. daselbst.
- Holm, Baurath, Bauinspector in Altona, für den Baukreis Stormarn und den Stadtkreis Altona.
- Nönchen, Bauinspector in Altona, für den Baukreis Pinneberg.
- Fülscher, Bauinspector in Glückstadt, f. d. Baukreis Steinberg.
- Mathiessen, desgl. in Husum.
- Edens, desgl. in Rendsburg, für den Schleswig-Holsteinschen Canal und die Stadt Rendsburg.
- Freund, Bauinspector in Kiel.
- Herrmann, desgl. in Schleswig.
- Gätjens, desgl. in Itzehoe, für den Land-Baukreis Rendsburg.
- Fischer, desgl. in Hadersleben.
- Eckermann, desgl. in Heide, für den Baukreis Norder-Dithmarschen.
- Heydorn, Kreis-Baumeister in Neustadt, für den Kreis Oldenburg mit Fehmarn.
- Kröhnke, Kreis-Baumeister in Brunsbüttel, für den Baukreis Süder-Dithmarschen.
- Thordsen, Kreis-Baumeister in Flensburg.
- Treede, desgl. in Tondern.
- Greve, desgl. in Segeberg.
- Vofs, desgl. in Plön.
- von Wickede, desgl. in Tönning für den Baukreis Eiderstedt.
- Jensen, Kreis-Baumeister in Sonderburg, für den Baukreis Sonderburg-Apenrade.
- N. N., Land-Baumeister in Schleswig.

20. Landdrostei Hannover und Finanz-Direction daselbst.

Hr. Hunaeus, Regierungs- u. Baurath b. d. Landdrostei in Hannover.
- Bubse, desgl. b. d. Finanz-Direction daselbst.
- Albrecht, desgl. bei der Landdrostei daselbst.
- Fischer, Land-Baumeister b. d. Finanz-Direction daselbst.
- Pape, Bauinspector in Hannover.
- Meyer, desgl. in Hameln.
- Hoffmann, desgl. in Nienburg.
- Steffen, Baurath, desgl. in Hannover.

Digitized by Google

Hr. Bansen, Bauinspector in Hannover,
- Heye, desgl. in Hoya,
- Heins, desgl. in Diepholz,
- Rhien, Baurath in Nienburg,
- Habbe, Kreis-Baumeister in Syke,

} in Kreis-Baumeister-Stellen.

- Roese, Baurath, Weg-Bauinspector in Diepholz, in künftig wegfallender Stelle.
- Rodde, Wasser-Bauconducteur bei der Finanz-Direction in Hannover, diätarisch beschäftigt.
- Hotzen, Land-Bauconducteur, sachverständiger Beirath der Polizei-Direction in Hannover.

21. Landdrostei Hildesheim.

Hr. Mittelbach, Geheimer Regierungsrath in Hildesheim.
- Kranz, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Cramer, Bauinspector in Zellerfeld.
- Rumpf, desgl. in Einbeck.
- Beckmann, Baurath in Göttingen.
- Prael, Bauinspector in Hildesheim.
- Peters, Baurath in Northeim,
- Rettberg, Bauinspect. in Hildesheim,
- Thieler, desgl. in Herzberg,
- Domeier, desgl. in Göttingen,
- Meyer, Jacob, desgl. in Alfeld,
- Schulze, desgl. in Goslar,
- Freye, Kreis-Baumeister in Hildesheim,

} in Kreis-Baumeister-Stellen.

- Wichmann, Land-Bauinspector in Goslar, in künftig wegfallender Stelle.

22. Landdrostei Lüneburg.

Hr. Höbel, Regierungs- und Baurath in Lüneburg.
- Heithaus, desgl. daselbst.
- Loges, Wasser-Bauinspector in Harburg.
- Brünnecke, Bauinspector in Lüneburg.
- Siegener, desgl. in Harburg.
- Katz, Wasser-Bauinspector in Lüneburg, verwaltet den Wasserbau-Bezirk Hitzacker.
- Evers, desgl. in Lüneburg.
- Glünder, Bauinspector in Hitzacker, für den Baukreis Dannenberg.
- Fenkhausen, Bauinspector in Celle,
- Höbel, desgl. in Uelzen,
- Hartmann, desgl. in Walsrode,
- Schorn, desgl. in Burgdorf,
- Röbbelen, desgl. in Gifhorn,
- N. N., desgl. in Soltau.

} in Kreis-Baumeister-Stellen.

23. Landdrostei Stade.

Hr. Lüttich, Regierungs- und Baurath in Stade.
- Pampel, desgl. daselbst.
- Koken, Bauinspector daselbst
- Dincklage, Baurath in Geestemünde, für den Wasser-Baukreis Lehe II.
- Süfsmann, Bauinspector in Geestemünde, für den Baukreis Lehe I.
- Schaaf, Wasser-Bauinspector in Stade.
- Valett, Bauinspector in Neuhaus a. d. O.
- Schwägermann, desgl. in Rotenburg,
- Tolle, H.W., desgl. in Grohn, für den Baukreis Blumenthal,
- Bertram, desgl. in Verden,

} in Kreis-Baumeister-Stellen.

Höbel, Kreis-Baumeister in Geestemünde, für den Baukreis Lehe II.
- Suadicani, Kreis-Baumeister in Jork.
- Wagner, Baurath in Verden, in einer künftig wegfallenden Stelle.
- Runde, Baurath, z. Z. in Geestemünde (im Ressort des Marine-Ministeriums beschäftigt)

24. Landdrostei Osnabrück.

Hr. Grahn, Regierungs- und Baurath in Osnabrück.
- Wellenkamp, Baurath, Bauinspector daselbst.
- Oppermann, Wasser-Bauinspector in Meppen.
- Luttermann, Baurath in Koppelschleuse bei Meppen.
- Meyer, Herm. Joh. A., Bauinspector in Lingen für den Baukreis Lingen.
- Haspelmath, Bauinspector in Quakenbrück, für den Baukreis Bersenbrück.

} in Kreis-Baumeister-Stell.

- Reifsner, Land-Baumeister in Osnabrück.
- Pampel, Kreis-Baumeister in Melle.
- Wolff, desgl. in Meppen, für den Baukreis Papenburg.
- Maier, Kreis-Baumeister in Lingen, für den Baukreis Bentheim.
- Gerig, Weg-Bauinspector in Osnabrück, in künftig wegfallender Stelle.

25. Landdrostei Aurich.

Hr. Müller, Regierungs- und Baurath in Aurich.
- Weniger, Weg-Bauinspector daselbst.
- Claudius, Wasser-Bauinspector in Leer.
- Schramme, desgl. in Emden.
- Tolle, Adolf, desgl. in Norden.
- Taaks, Dr., Bauinspector in Wittmund.
- Osterlinck, Kreis-Baumeister in Leer.
- van der Plassen, desgl. in Aurich.
- Mensch, Land-Baumeister daselbst.

26. Regierung zu Münster.

Hr. Engelhard, Geheimer Regierungsrath in Münster.
- Plate, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Borggreve, Baurath, Bauinspector in Hamm.
- Hauptner, desgl. desgl. in Münster.
- Baltzer, Bauinspector in Recklinghausen.
- Held, Kreis-Baumeister in Coesfeld.
- Lichnock, desgl. in Rheine.
- Quantz, desgl. in Münster
- N. N., desgl. in Steinfurt.

27. Regierung zu Minden.

Hr. Keller, Regierungs- und Baurath in Minden.
- Heldberg, desgl. daselbst.
- Winterstein, Bauinspector in Höxter.
- Pietsch, Baurath, desgl. in Minden.
- Cramer, desgl. in Bielefeld.
- von Gropp, Kreis-Baumeister in Warburg.
- Jäger, desgl. in Paderborn, für den Baukreis Büren.
- Harhausen, desgl. in Herford.
- Bruns, desgl. in Paderborn.

28. Regierung zu Arnsberg.

Hr. Schulze, Regierungs- und Baurath in Arnsberg.
- Geifsler, desgl. daselbst.
- Uhlmann, Bauinspector in Soest.
- Haege, desgl. in Siegen.
- Haarmann, desgl. in Bochum.
- Hartmann, desgl. in Arnsberg.
- Westphal, desgl. in Hagen.
- Staudinger, Kreis-Baumeister in Olpe.
- Westermann, Baurath, Kreis-Baumeister in Meschede.
- Trainer, Kreis-Baumeister in Berleburg.
- Genzmer, desgl. in Dortmund.
- Hammacher, desgl. in Hamm.
- Niedieck, desgl. in Lippstadt.
- Holle, desgl. in Brilon.
- Scheele, desgl. in Altena.
- Köhler, Land-Baumeister in Arnsberg.
- N. N., Kreis-Baumeister in Iserlohn.

Digitized by Google

29. Regierung zu Cassel.

Hr. Afsmann, Regierungs- und Baurath in Cassel.
- Landgrebe, desgl. daselbst.
- Lange, desgl. daselbst.

- Schulz, Baurath in Fulda. } überzählig.
- Müller, desgl. in Cassel. }

- Blankenhorn, Bauinspector in Cassel, für den Landkreis.
- Arend, Carl, Bauinspector in Eschwege.
- Heyken, Wasser-Bauinspector in Cassel.
- Griesel, Bauinspector in Gersfeld.
- Kullmann, Wasser-Bauinspector in Rinteln.
- Wagner, Ludwig, Bauinspector in Witzenhausen.
- Cäsar, desgl. in Cassel, für den Stadtkreis.
- Hoffmann, desgl. in Fulda.
- Wagner, Herm., desgl. in Hanau.
- Arend, Wilh., desgl. in Hofgeismar.
- Spangenberg, desgl. in Gelnhausen.
- Cuno, desgl. in Marburg.
- Böckel, desgl., Hülfsarbeiter bei der Regierung in Cassel.
- Schulz, Wilh., Kreis-Baumeister in Hünfeld.
- Eggena, desgl. in Schmalkalden.
- Maurer, desgl. in Schlüchtern.
- Reufse, desgl. in Wolfhagen.
- Koppen, Julius, desgl. in Ziegenhain.
- Gombert, desgl. in Fritzlar.
- Arnold, desgl. in Rotenburg.
- Knipping, desgl. in Rinteln.
- Schuchard, desgl. in Hanau.
- Berner, desgl. in Kirchhain.
- Engelhard, desgl. in Gersfeld.
- Difsmann, desgl. in Melsungen.
- Jahn, desgl. in Homberg.
- Röhnisch, desgl. in Cassel.
- N. N., desgl. in Frankenberg.
- Ehrhardt, Bau-Commissar in Cassel.
- Buck, desgl. Tit.-Bauinspector in Rotenburg.
- Eckhard, Bau-Commissar in Ziegenhain.
- Schubart, desgl. in Frankenberg.

30. Regierung zu Wiesbaden.

Hr. Cremer, Regierungs- und Baurath in Wiesbaden.
- Cuno, desgl. daselbst.
- Preufser, Ernst, Wasser-Bauinspector in Biebrich.
- Wolff, Rud., Bauinspector in Limburg.
- Schnitzler, desgl. in Rüdesheim.
- Pavelt, desgl. in Frankfurt a M.
- Esser, desgl. für den Stadtkreis Wiesbaden.
- Bertram, desgl. daselbst für den Landkreis.
- Eckhardt, desgl. in Frankfurt a/M. in der Wasser-Baumeister-Stelle.
- Esau, desgl. in Hachenburg (für den Ober-Westerwald-Kreis).
- Baldus, desgl. in Diez, für den Wasserbau.
- Schüler, Bauinspector, Kreis-Baumeister in Montabaur.
- Grau, Land-Baumeister in Wiesbaden.
- Cramer, Bauinspector, in Schwalbach (f. d. Unter-Taunus-Kreis).
- Spinn, Kreis-Baumeister in Weilburg.
- Rubart, desgl. in Biedenkopf.
- Holler, desgl. in Homburg (für den Ober-Taunus-Kreis).
- Varnhagen, desgl. in Dillenburg (f. d. Dill-Kreis).
- Westerfeld, Bauinspector in Homburg, } in künftig wegfallenden Stellen.
- Moritz, desgl. in Wiesbaden, } in künftig wegfallenden Stellen.
- Preufser, Heinr., desgl. in Dillenburg, } in künftig wegfallenden Stellen.
- Potsch, Bau-Accessist in Diez. } in künftig wegfallenden Stellen.

31. Ober-Präsidium und Regierung zu Coblenz.

Hr. Nobiling, Geh. Regierungsrath, Rheinstrom-Baudirector in Coblenz.
- Hipp, Reg. u. Baurath, Rheinschifffahrts-Inspector daselbst.
- Boës, Wasser-Baumeister daselbst.
- Cremer, Regierungs- und Baurath in Coblenz.
- Conradi, Baurath, Bauinspector in Creuznach.
- Cuno, Carl, Bauinspector in Coblenz.
- Ulrich, Wasser-Bauinspector in Ehrenbreitstein.
- Möller, Kreis-Baumeister in Neuwied.
- Schmid, Wasser-Baumeister in Cochem.
- Scheepers, Kreis-Baumeister in Wetzlar.
- Legiehn, desgl. in Simmern.
- Zweck, desgl. in Mayen.
- Thomae, Bauinspector für den Baukreis Neuenahr in Remagen.
- Reinckens, Kreis-Baumeister für den Baukreis Altenkirchen in Betzdorf.
- von Nehus, Kreis-Baumeister für den Baukreis Zell, in Trarbach a. d. Mosel.
- N. N., Land-Baumeister in Coblenz.

32. Regierung zu Düsseldorf.

Hr. Borggreve, Regierungs- und Baurath in Düsseldorf.
- Lieber, desgl. daselbst.
- Denninghoff, desgl. daselbst.
- Hild, Baurath, Wasser-Bauinspector in Düsseldorf.
- Schroers, desgl., Bauinspector daselbst.
- Hartmann, Wasser-Bauinspector in Wesel.
- Genth, desgl. in Ruhrort.
- Guinbert, Bauinspector in Düsseldorf.
- Engelhardt, desgl. in Essen.
- Bormann, desgl. in Elberfeld.
- N. N., Bauinspector in Crefeld; der dazu ernannte Bauinspector Neumann fungirt noch in Bonn, die Stelle in Crefeld verwaltet der Land-Baumeister Schmitz, früher in Arnsberg.
- Baumgarten, Kreis-Baumeister in Neufs.
- Mertens, desgl. in Wesel.
- Radhoff, Kreis-Baumeister in Geldern.
- Wagner, desgl. in Lennep.
- Möller, desgl. in Solingen.
- Ewerding, desgl. in Gladbach.
- von Perbandt, desgl. in Cleve.
- Vehsemeyer, Land-Baumeister in Düsseldorf.

33. Regierung zu Cöln.

Hr. Gottgetreu, Regierungs- und Baurath in Cöln.
- Michaelis, Wasser-Bauinspector daselbst.
- Litterscheid, Bauinspector in Euskirchen.
- Böttcher, desgl. in Cöln.
- van den Bruck, Kreis-Baumeister in Deutz.
- Eschweiler, desgl. in Siegburg.
- N. N., desgl. in Bonn, verwaltet noch der Bauinspector Neumann.
- Müller, Kreis-Baumeister in Gummersbach.
- Hunaeus, desgl. in Waldbroel.
- Borchers, desgl. in Cöln.
- Brauweiler, Land-Baumeister in Cöln.

34. Regierung zu Trier.

Hr. Seyffarth, Regierungs- und Baurath in Trier.
- N. N., desgl. daselbst.
- Sachse, Bauinspector in Wittlich.
- Schönbrod, desgl. in Saarbrücken.
- Bruns, desgl. in Trier.
- Ritter, Kreis-Baumeister in Trier.
- Köppe, desgl. in Merzig.
- Gersdorf, desgl. in St. Wendel.
- Freudenberg, desgl. in Mülheim a. d. Mosel.
- Krone, desgl. in Bitburg.

Digitized by Google

Hr. Helbig, Land-Baumeister in Trier.
- Soff, Kreis-Baumeister in Prüm.

35. Regierung zu Aachen.

Hr. Kruse, Regierungs- und Baurath in Aachen.
- Schumann, desgl. daselbst.
- Baeseler, Bauinspector in Heinsberg.
- Dieckhoff, Baurath, Bauinspector in Aachen.
- N. N., desgl. daselbst.
- Nachtigall, Kreis-Baumeister in Düren.

Hr. Koppen, desgl. in Eupen.
- Macquet, desgl. in St. Vith.
- Schütte, desgl. in Schleiden.
- Mergard, desgl. in Aachen.
- Friling, desgl. in Jülich.

36. Regierung zu Sigmaringen.

Hr. Laur, Regierungs- und Baurath in Sigmaringen.
- Zobel, Bauinspector in Hechingen (verwaltet die dortige Kreis-Baumeister-Stelle).

Beurlaubt sind:

Hr. Wiebe, Regierungs- und Bauräth, zuletzt in Frankfurt a/O.
- Ruhnau, Kreis-Baumeister zu Neuhof bei Ueckermünde.

Hr. Beckering, Wasserbau-Conducteur, Stadt-Baumeister in Essen.

Verwaltung für Berg-, Hütten- und Salinenwesen.

Hr. Gebauer, Ober-Berg- und Baurath in Berlin.

Hr. Flügel, Bauinspector, für einen Theil des Ober-Bergamts-Districts Breslau, in Gleiwitzerhütte.
- Schwarz, Bauinspector, für einen Theil des Ober-Bergamts-Districts Halle, in Schönbeck bei Magdeburg.
- Neufang, Bauinspector im Ober-Bergamts-Districte Bonn, in Saarbrücken.
- Dr. Langsdorf, Bauinspector im Ober-Bergamts-Districte Clausthal, in Clausthal.

Hr. Dumreicher, Bauinspector im Ober-Bergamts-Districte Bonn, in Saarbrücken.
- Buchmann, Bauinspector bei der Berginspection Zabrze, in Gleiwitz.
- Braun, Bau- und Maschinen-Inspector im Bezirk der Bergwerks-Direction Saarbrücken, in Neunkirchen.
- Oesterreich, Königl. Baumeister, für einen Theil des Ober-Bergamts-Districts Halle in Dürrenberg.

Verwaltung für Handel und Gewerbe.

1) Bei der technischen Deputation für Gewerbe.

Hr. Nottebohm, Geheimer Ober-Baurath (s. oben bei *A.* 1).

2) Bei der Gewerbe-Akademie.

Hr. Lohde, Professor.
- Tuckermann, Land-Baumeister, ordentl. Lehrer.

3) Bei der Rheinisch-Westfälischen polytechnischen Schule in Aachen.

Hr. van Kaven, Baurath und Director.
- Dr. Heinzerling, Baurath und Professor.

4) Bei der polytechnischen Schule in Hannover.

Hr. Dr. Karmarsch, Geheimer Regierungsrath, Professor und Director.
- Hase, Baurath. } Lehrer.
- Debo, desgl. }
- Köhler, desgl. }
- Launhardt, Bauconducteur u. Professor. }
- Garbe, Bauinspector. }

5) Bei der Porzellan-Manufactur in Berlin.

Hr. Möller, Geheimer Regierungsrath, Director.

II. Im Ressort anderer Ministerien und Behörden.

1. Beim Hofstaate Sr. Majestät des Kaisers u. Königs, beim Hofmarschallamte, beim Ministerium des Königlichen Hauses u. s. w.

Hr. Hesse, Geheimer Ober-Hof-Baurath in Berlin, } Baumeister für die Königl. Schloſs- und Gartengebäude (s. oben bei *A.* 2).
- Strack, Ober-Hof-Baurath und Professor in Berlin, }

Hr. Gottgetreu, Hof-Baurath in Potsdam, bei der Königlichen Garten-Intendantur.
- Persius, Hof-Baumeister in Potsdam.

Hr. Krüger, Hofkammer- und Baurath bei der Hofkammer der Königlichen Familiengüter, in Berlin
- Niermann, Hausfideicommiss-Bauinspector und Baurath in Berlin.

2. Beim Finanz-Ministerium und im Ressort desselben.

Hr. Eytelwein, Wirklicher Geheimer Ober-Finanzrath in Berlin (s. oben bei *A.*2).
- Cornelius, Bauinspector, } technischer Hülfsarbeiter beim Finanz-Ministerium in Berlin.

Hr. Busse, Carl, Baumeister, Director der Staatsdruckerei in Berlin.

Hr. von Dehn-Rotfelser, Baurath und Professor in Cassel, beauftragt mit den Geschäften der Königlichen Schloſs-Baudirection daselbst.
- Knyrim, Hof-Bauinspector zu Wilhelmshöhe.
- Sallmann, Schloſs-Bauconducteur in Cassel, commissarisch mit der Land-Baumeister-Stelle beim Bezirks-Präsidium zu Colmar beauftragt.
- N. N., Wasser-Baumeister für die Meliorations-Anlagen an der Brahe etc., in Czersk.

3. Beim Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten und im Ressort desselben.

Hr. von Quast, Geheimer Regierungsrath, Conservator der Kunstdenkmäler, in Berlin (s. oben bei *A*2).
- von Dehn-Rotfelser, Baurath und Professor in Cassel und Lehrer an der Akademie der bildenden Künste daselbst (s. bei II.2).

Digitized by Google

Hr. Voigtel, Regierungs- u. Baurath in Cöln, leitet den Dombau daselbst.
- Leopold, Bauinspector in Hannover, für die Kloster-Verwaltung.
- Kühn, Land-Baumeister und Hausinspector der Königl. Museen in Berlin.
- Müller, Baumeister und Lehrer an der staats- und landwirthschaftlichen Akademie in Eldena.

4. Im Ressort des Ministeriums des Innern.

Hr. Scabell, Geheimer Regierungsrath, Branddirector in Berlin.

5. Im Ressort des Ministeriums für die landwirthschaftlichen Angelegenheiten.

Hr. Wurffbain, Geh. Regierungsrath in Arnstadt bei Erfurt,
- Röder, Baurath in Berlin.
- Michaelis, Baurath in Münster.
- Schulemann, Wasser-Bauinspector in Bromberg,
- Schmidt, desgl. in Düsseldorf,
- Hefs, desgl. in Hannover,
- Krah, desgl. in Königsberg i. Pr.,
- Schönwald, desgl. in Cöslin,
- Pralle, desgl. in Kiel.
- N. N., desgl. in Breslau,

Landes-Meliorations-Bauinspectoren.

- Schmidt, Wasser-Baumeister und commiss. Landes-Meliorations-Bauinspector für die Provinz Hessen-Nassau, in Cassel.

III. Im Ressort der Reichs-Verwaltung.

1. Beim Preufsischen Kriegs-Ministerium und im Ressort desselben.

Hr. Fleischinger, Geheimer Ober-Baurath in Berlin (s. oben bei A. 2).
- Voigtel, Regierungs- und Baurath in Berlin.
- Steuer, Bauinspector, Inhaber der ersten Baubeamten-Stelle für das Garnison-Bauwesen in Berlin.
- Beyer, Bauinspector für die militairisch-technischen Institute, in Spandau.
- Goldmann, Bauinspector, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Coblenz.
- Herzberg, Bauinspector, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Neifse.
- Hauptmann, Bauinspector, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle in Potsdam.
- Goedeking, Bauinspector, Inhaber der zweiten Baubeamten-Stelle für die Militair-Bauten in Berlin.
- Hauck, Bauinspector, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle in Cöln.
- Schuster, Bauinspector, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Hannover.
- Devin, Bauinspector, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Carlsruhe.
- Bobrik, Bauinspector, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Danzig.
- Bernhardt, Bauinspector, Assistent des Ministerial-Bauraths im Kriegs-Ministerium, in Berlin.
- Heimerdinger, Land-Baumeister, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Breslau.
- Steinberg, Land-Baumeister, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Magdeburg.
- Paarmann, Land-Baumeister, Inhaber der Garnison-Baubeamten-Stelle zu Königsberg i. Pr.
- Held, Local-Baubeamter für das Garnison-Bauwesen zu Stettin und Alt-Damm.

2. Bei dem Marine-Ministerium.

Hr. Buchholz, Geheimer Admiralitätsrath in Berlin.
- Wagner, Marine-Hafen-Baudirector in Wilhelmshaven.
- König, Admiralitätsrath in Berlin.
- Vogeler, Marine-Ober-Ingenieur in Wilhelmshaven.
- Schirmacher, desgl. daselbst.
- Rechtern, Marine-Hafenbau-Oberingenieur in Kiel.
- Giefsel, desgl. in Wilhelmshaven.

3. Bei dem General-Postamte zu Berlin.

Hr. Kind, Geheimer Regierungs- und Baurath in Berlin.
- Schwatlo, Regierungs- und Baurath in Berlin.

4. Bei der General-Telegraphen-Direction.

Hr. Elsasser, Geheimer Ober-Regierungsrath und vortragender Rath in Berlin.
- Rochlitz, Telegraphen-Directionsrath in Hannover.

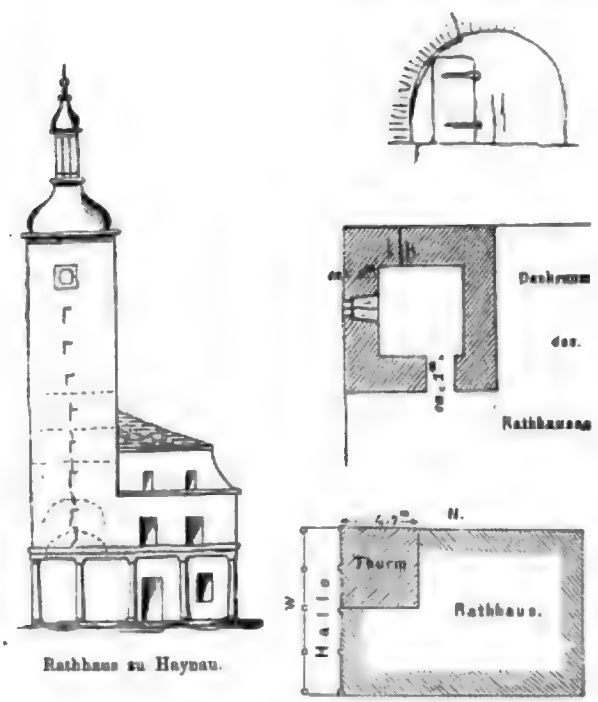
Den Einsturz des Rathhausthurmes zu Haynau betreffend.

Der durch öffentlichen Blätter bekannt gewordene, im Monat April d. J. erfolgte Einsturz des Rathhausthurmes zu Haynau, Regierungsbezirk Liegnitz, hat zu einer technischen Untersuchung seiner Ursachen Veranlassung gegeben, deren Mittheilung nicht ohne allgemeines Interesse sein dürfte.

Ueber den Befund des Thurmes wenige Wochen vor seinem Einsturz giebt ein Gutachten des Bauinspector Berghauer in Liegnitz vom 4. März c., welches wir hier im Auszuge folgen lassen, den näheren Aufschlufs:

Der Thurm steht mit seiner West- und Nordseite frei, während er an der Süd- und Ostseite vom Rathhause eingeschlossen ist. Die freistehenden Seiten haben schon seit dem Jahre 1840 lothrechte Risse gezeigt, welche seit einigen Monaten sich erweitert und an Zahl vermehrt haben. Das Erdgeschofs des Thurmes ist nicht zugänglich, sondern ringsum vermauert und nach Aussage ortskundiger Personen mit Steinbrocken, Bauschutt oder dergleichen Material ausgefüllt. Die beiden nächsten Geschosse sind mit Tonnengewölben überspannt. An diesen Gewölben ist zu ersehen, dafs die West- und die Nordmauer des Thurmes Bewegungen erlitten haben, indem zwischen der Stirn der Gewölbe und der westlichen Thurmmauer, sowie in der Fufsbodenpflasterung über den Gewölben, längs der westlichen Thurmmauer Spalten sich zeigen. Der nördliche Schenkel des unteren Gewölbes hat sich in Uebereinstimmung mit der vorgenannten Bewegung gesenkt, was daran zu erkennen ist, dafs die in den Gewölberaum führende eiserne Thür in den Angeln nicht mehr beweglich, sondern festgeklemmt ist. In der Gegend dieser Thür zeigt auch die Ost-Mauer des Thurmes deutlich frische Risse, welche durch die ganze Stärke derselben hindurch gehen, aber noch nicht die Ausdehnung angenommen haben, wie an der West- und Nordseite. Ueber den beiden gewölb-

Digitized by Google



Rathhaus zu Haynau.

ten Geschossen enthält der Thurm noch 7 mit Balkenlagen versehene Stockwerke. Die Risse an der Westseite pflanzen sich bis in das dritte dieser Geschosse, also bis in das sechste von unten gerechnet, aufwärts fort. Die Risse der Nordseite endigen in etwas geringerer Höhe. Die oberen Thurmgeschosse sind unversehrt. Abwärts laufen die Risse gegen das Terrain hin allmählig aus. Sie haben ihre gröfste Ausdehnung im Bereiche des zweiten bis fünften Geschosses. Wenn im Innern eine Bewegung der Thurmmauern nach Westen und Norden sich auch bekundet, so ist diese zunächst doch zu gering, um eine Abweichung vom Lothe äufserlich bemerkbar zu machen. Ein erhebliches Versetzen der Mauertheile in vertikaler Richtung gegen einander in den Rissen ist nicht zu bemerken, so dafs ein theilweises Sinken des Mauerwerkes, ein Nachgeben des Untergrundes nicht vorliegt. Damit stimmt auch die Aussage ortskundiger Personen überein, dafs der Baugrund gut sei. Die qu. Tonnengewölbe haben Halbkreisform. Dem Schube derselben kann ein Einflufs nicht beigemessen werden, welcher die vorhandenen Erscheinungen zu erklären vermöchte, weil die Widerlager so hoch übermauert sind, dafs in dieser Beziehung unzweifelhaft hinreichende Stabilität vorhanden sein mufste. Der Thurm ist aus Ziegeln von dem im vorigen Jahrhundert üblichen Formate, welches eine Stärke von ca. 10^{cm} hat, in Kalkmörtel aufgemauert. Die Ziegel sind nicht gerade ausgesucht hart, aber im Durchschnitt von mittlerer Qualität. Die Festigkeit des Mörtels ist ebenfalls eine gewöhnliche.

Das Mauerwerk ist regelrecht geschichtet, der Steinverband läfst zu wünschen übrig. Der Thurm ist im Aeufseren mit Kalk verputzt. Um die Qualität des Mauerwerkes im Erdgeschosse, welches im Innern unzugänglich ist, zu untersuchen, wurde an der Nordseite eine Portion äufserer Putz, der schon lose war, weggehauen und zwar in der Gegend, in welcher die Risse lothrecht abwärts auslaufen. Bei dieser Untersuchung stellte sich heraus, dafs die Risse zahlreich in feiner Vertheilung über die Mauerfläche sich ausbreiten und die Ziegel vielfach zerklüftet sind. Bei dem probeweisen Weghauen auf eine Tiefe von 8 bis 10 Centimeter erwiesen sich Ziegel in der Mauer als zerbrochen. Der Klang beim Schlagen mit dem Hammer gegen die Mauer ertönte dumpf und liefs ebenfalls auf einen derartigen Zustand schliefsen. Unter den Ziegeln befanden sich mehrere ganz scharf gebrannte, deren Aeufseres den Eindruck grofser Festigkeit macht, aber auch diese zerbrachen verhältnifsmäfsig leicht. Das Material im Bereiche der Untersuchung trägt somit den Charakter der Zerstörung durch übermäfsigen Druck, und scheint nach den vorliegenden Merkmalen dieser Umstand die Ursache des Uebels zu sein.

Eine Berechnung des Druckes, welchen die Ziegel im Erdgeschosse auszuhalten haben, läfst sich deshalb nur sehr überschläglich anstellen, weil die Mauerstärken in den unteren Thurmgeschossen sich nicht ohne Weiteres ermitteln lassen. Wird die auf den unteren Ziegelschichten ruhende Last einschliefslich des inneren Ausbaues und der Spitze gleich einer Mauerwerkssäule von 40 Meter Höhe, wie es thatsächlich etwa sein mag, und das Gewicht eines Cubikmeters Ziegelmauerwerk zu 1600 Kil. angenommen, so würden die untersten Ziegelschichten gedrückt pro $\square^{cm}$ mit einer Last von:

$$(0{,}_{10})^2 \cdot 40 \cdot 1600 = 6{,}_4 \text{ Kil.}$$

Die Zerdrückungsfestigkeit von Ziegelmauerwerk in Kalkmörtel beträgt (nach Seite 20, deutscher Baukalender, Beigabe pro 1875) $0{,}_7$ bis $4{,}_0$ Kil. pro $\square^{mm}$. Die Mauerstärken des Thurmes müfsten daher in dem Verhältnisse $6{,}_4 : 4$ nach unten sich verbreitern und in der ganzen Fläche tragend wirken, wenn die vorstehend genannte Grenze der Festigkeit inne gehalten sein sollte. Ob dieses der Fall, ist zu bezweifeln und wird durch diese überschlägliche Rechnung die obige Hypothese, dafs das Material durch übergrofsen Druck in der Festigkeit seines innern Zusammenhanges im Laufe der Zeit gelitten hat, unterstützt. Ferner stimmt der Umstand, dafs das Mauerwerk in den oberen Partieen des Thurmes, wo die Last geringer, unversehrt ist, ebenfalls damit überein.

Wenn in diesem Umstande die Ursache des Uebels gefunden wird, dann folgt daraus, dafs durch äufsere Hilfsmittel, Verankerungen, Strebepfeiler und dergleichen ein Erfolg nicht zu erwarten, sondern dafs der Abbruch des Thurmes geboten ist und zwar so weit herunter, dafs die Widerstandsfähigkeit des Materials von der Belastung nicht übertroffen wird.

Practische Rücksichten, welche für eine Erhaltung des Thurmes sprechen könnten, liegen nicht vor, ebensowenig besitzt derselbe Kunstwerth.

Es empfiehlt sich dringend, den Abbruch nicht weiter zu verschieben, weil jetzt noch keine besondere Gefahr damit verbunden ist, welche eintreten könnte, wenn der defecte Zustand weitere Fortschritte macht. Dieses ist nach den Beobachtungen der letzten Wochen zwar nicht der Fall, indem die aufgeklebten Papierstreifen nicht gerissen sind, doch könnten gewisse Umstände, Wechsel von Regen und Frost von nachtheiligem Einflusse werden. Die Beobachtungen mit Sorgfalt fortzusetzen, ist für die nächste Zeit besonders geboten.

Digitized by Google

Dafs die in vorstehendem Gutachten angegebenen Ursachen des bald darauf erfolgenden Einsturzes des Thurmes gegründet waren, ist aus dem nachfolgenden Bericht des Regierungs- und Baurath Kühne zu Liegnitz ersichtlich, welcher eine Besichtigung der Ruine vorgenommen hat. Er sagt:

Bei der von mir gestern (am 16. April) vorgenommenen Besichtigung der Ueberreste des eingestürzten Rathhausthurmes in Haynau ergab sich Folgendes:

Von den Thurmmauern an der West- und Nordseite ist Nichts mehr vorhanden, auch der Schutt gänzlich beseitigt. Die noch vorhandenen Fundamente sind in Feldsteinen gemauert und gänzlich unversehrt. Ihre Breite beträgt 1 bis $1_{,10}$ m, so dafs die Stärke des Thurmmauerwerks hier nur höchstens 1 m betragen haben kann. Von den beiden anderen Thurmmauern (Ost- und Südseite) sind noch nach der Südost-Ecke hin, im Verbande mit inneren Mauern des Rathhauses, Stücke von 2 bis 3 m Länge und bis 2 m Höhe stehen geblieben. Die Mauerstärke beträgt hier ca. 1 m. Zeigen die inneren Wandflächen dieser Mauern schon einen sehr wenig guten Steinverband, so ist derselbe im Innern des Mauerwerks noch ein viel schlechterer, da auch einzelne kleine Feldsteine und Ziegelstücken unregelmäfsiger Form in derselben enthalten sind. Der Kalkmörtel hat eine ziemlich gute Festigkeit. Die Mauersteine zeigen vielfach einen nur sehr schwachen Brand, und selbst die besser gebrannten zeigen, dafs das Thonmaterial ein sehr schlechtes, mangelhaft gemischtes gewesen ist. Hiernach würde die Festigkeit der Mauern kaum gröfser als von sogenanntem Füllmauerwerk gewesen sein können.

Auf Grund der am Tage vor dem Einsturz aufgenommenen photographischen Ansicht des Thurmes habe ich die Höhe desselben im Vergleich zu der Rathhaushöhe bis zum Thurmgesims zu 27 m geschätzt; rechnet man das Gewicht der ca. 10 m hohen Thurmspitze (Zwiebelform mit Galerie etc.), sowie das der beiden inneren Gewölbe und dreier Balkenlagen gleich einer 3 m hohen, 1 m breiten Mauerwerkssäule, so ist der Druck bei Annahme von 1 m gleichmäfsiger Stärke des Mauerwerks auf $1 \square^{m} = (0{,}91)^2 \cdot 1600^{k} \cdot 30^{m} = 4{,}_{8}{}^{k}$, welcher für ein Mauerwerk von schlechtem Material und in schlechtem Verbande gewifs als zu grofs erscheinen mufs.

Hagen'sche Stipendien-Stiftung. Nachricht für 1874.

Stiftungs-Kapital. Dasselbe hat sich theils durch eine Zuwendung, theils durch Zinsenüberschufs von 9550 Thlr. auf 9600 Thlr. oder 28800 Mark erhöht.

Verwendung der Zinsen. Es sind im Jahre 1874 400 Thlr. an mehrere Studirende statutenmäfsig in Vierteljahrs-Raten zu 50 Thlr. gezahlt.

Mittheilungen aus Vereinen.

Architekten-Verein zu Berlin.

Preis-Aufgaben zum Schinkelfest am 13. März 1876.

I. Aus dem Gebiete des Landbaues.

Entwurf zu einem Central-Kirchhof für Berlin.

Auf den Abhängen der Hügel westlich von Charlottenburg, welche von der Berlin-Spandauer Chaussee nach der Spree und der Verlängerung der Berliner Verbindungsbahn zu abfallen, soll ein Central-Kirchhof für Berlin angenommen und projectirt werden. Die Gestaltung desselben soll den deutschen Sitten entsprechend, nicht im Sinne der italienischen Todtenstädte erfolgen.

Die Ausdehnung des Terrains ist auf dem Situationsplane*) angegeben, mit den Buchstaben a b c d e f g h umschrieben und so bemessen, dafs eventuell auf einer andern, etwa entgegengesetzten Seite von Berlin ein zweiter Central-Kirchhof anzulegen wäre, da an dieser Stelle ein vollständig ausreichendes Terrain schwer zu beschaffen sein würde. Die Höhenlinien und einzelnen Höhenpunkte sind, soweit sie zu erhalten waren, auf dem Situationsplane angegeben, die fehlenden Höhen sind in geeigneter Weise anzunehmen oder zu reguliren.

An den drei Hauptportalen, deren Ausdehnung in Bezug auf Ein- und Ausfahrten etc. so zu bemessen ist, dafs jedes Gedränge vermieden wird, sind geräumige Vorplätze für Wagen etc. anzuordnen. Im Projecte soll angenommen werden, dafs die Verlängerung der Berliner Verbindungsbahn, welche später mit der Stadtbahn in Verbindung stehen wird, mittelst eines Tunnels an der durch die punktirte Linie bezeichneten Stelle unter dem Grundstück hindurch geführt werde. Wenn auch erst in späterer Zeit, bei dem fortschreitenden Wachsthum von Berlin, die Einrichtung und Anordnung besondere Eisenbahnzüge für die Bestattung von Leichen, ähnlich wie in London, Bedeutung für hiesige Verhältnisse haben, aber für die nächste Zeit sicher die bisher übliche Art der Leichenzüge beibehalten werden wird, so ist doch auf die Anlage einer besonderen Eisenbahnstation als Tunnelstation, die mit Arkaden nach dem Kirchhofe an einer Seite sich öffnet, neben der Verlängerung der Verbindungsbahn Bedacht zu nehmen. Es braucht dieselbe jedoch nur in der Situation mit zur Darstellung gebracht zu werden. —

Ob in den einzelnen Stadtbezirken besondere Leichenhallen, eventuell im Anschlufs an die Kirchen, nothwendig werden oder ob die aus dem Hause zu bringenden Leichen sofort nach dem Central-Kirchhofe gebracht werden, ist vorläufig als unentschieden anzunehmen, jedenfalls ist auf dem

*) Der Situationsplan ist für Concurrenten in der Vereinsbibliothek zu haben.

Digitized by Google

Central-Kirchhofe eine Reihe von Leichenhallen mit den nöthigen Räumen für Unterbringung von Leichen etc. zur Ausführung zu bringen.

Es sollen hierfür im Entwurfe 10 Leichenhallen mit Zubehör angenommen werden, aufserdem eine gröfsere Grabcapelle für solche Fälle, wo die Capellen der Leichenhallen die Leidtragenden nicht mehr alle aufnehmen können. Die Leichenhallen sind unter sich und mit der Haupt-Grabcapelle durch Hallen, welche bis zum mittleren Hauptportale führen, in Verbindung zu bringen. Diese Hallen sollen zugleich zum Schutz gegen Regen und sonstige Witterungseinflüsse dienen, auch können dieselben von Baum-Alleen umschlossen werden, welche in angemessener Weise den Kirchhof theilen und bis zu den Kirchhofsportalen führen. Den Hallen- resp. Alleen schliefsen sich zweckmäfsig die Erbbegräbnisse an, welche auch an der Umfassungswand des Kirchhofes zweckmäfsig Platz finden können.

Die einzelnen Leichenhallen sollen an Räumen enthalten:

a) im Erdgeschofs: einen angemessenen, capellenartigen Raum zur Abhaltung der Leichenfeier von ca. 160 □^{m} Grundfläche, einen Raum von etwa 130 □^{m} Grundfläche zur Beisetzung der Todten bis zur Beerdigung, ein daran stofsendes Zimmer für den Wächter, ein desgleichen zur eventuellen Vornahme von Obductionen, ferner ein Zimmer für den Todtengräber und eins für kleinere Utensilien.

b) im Souterrain: einen eben so grofsen Raum wie im Erdgeschofs zur Beisetzung der Todten bis zur Beerdigung (in heifser Sommerzeit und zur Ergänzung der oberen Räume), ferner mehrere Räume zur Unterbringung gröfserer Grab-Utensilien, Gedenksteine, Gewächse etc.

Die Haupt-Grabcapele soll gewölbt sein, 1000 Sitzplätze (von $0{,}_{6}$ □^{m} Grundfläche excl. Gänge) fassen, abgesehen von einer geräumigen Orgelempore ohne Emporen angelegt werden und vor dem Altare einen gröfseren Vorplatz zur Aufstellung eines oder mehrerer Särge haben. Unter der Capelle ist eine Crypta, sowie die Heizung anzuordnen, an die sich Seitenräume zur Aufstellung von Särgen anschliefsen zur Ergänzung derjenigen Räume, welche bei den einzelnen Leichenhallen sich befinden.

In der Nähe des mittleren Hauptportales ist ein Verwaltungsgebäude, welches aufser den Büreau-Räumlichkeiten von zusammen ca. 160 □^{m} Grundfläche, die Wohnungen für den Kirchhofs-Verwalter und den Todtengräber enthalten soll, anzuordnen, ferner sind daselbst Räume zu schaffen für die Wohnung des Portiers, des Gärtners, dessen Gehilfen und der Todtengräber-Gehilfen, welche eventuell in eine Gruppe zusammengefafst werden können; ferner ist ein Gewächshaus mit daran stofsendem Blumengarten erforderlich. Auch an den übrigen Hauptportalen sind Portierwohnungen anzuordnen, und ist ferner an geeigneten Stellen auf die Anlage von Retiraden Bedacht zu nehmen, welche theilweise auch von den Vorplätzen (Wagen-Halteplätzen) aus zugänglich sein müssen.

An Zeichnungen sind erforderlich:

1) Die General-Situation, Maafsstab 1 : 1000.
2) Situation der Haupt-Grabcapelle mit den Leichenhallen und Verbindungshallen, Maafsstab 1 : 300. In demselben Maafsstabe ein Hauptlängenprofil.
3) Der Entwurf zur Grabcapelle, bestehend in zwei Ansichten, zwei Durchschnitten, in welchen die Constructionen mit anzugeben sind, und zwei Grundrissen (Souterrain), Maafsstab für die Ansichten und Schnitte 1 : 75, für die Grundrisse 1 : 100.
4) Entwurf einer Leichenhalle mit anschliefsender Verbindungshalle, Maafsstab 1 : 100.
5) Ansicht und Situation mit Eintheilung der Räume des mittleren Hauptportals, mit den dazu gehörigen Anlagen und den Abschlufswänden des Kirchhofes, Maafsstab der Ansichten 1 : 100, der Situation 1 : 300.
6) Eine Perspective der gesammten Anlage oder der Anlage der Haupt-Grabcapelle mit den Leichenhallen oder der nächsten Umgebung.

Den Zeichnungen ist eine Erläuterung in Betreff der Motive der Anordnung und eine Beschreibung der Constructionen etc., eventuell mit Skizzen, beizufügen. —

Als Material ist Sandstein anzunehmen.

II. Aus dem Gebiete des Ingenieurwesens.

Entwurf zur Regulirung eines Theils der Spree in Berlin.

Der Haupt-Spreearm in Berlin soll zur Bewältigung eines lebhaften Schifffahrtsbetriebes eingerichtet und zu diesem Zwecke am Mühlendamm mit einer zweischiffigen Schiffschleuse von 7^{m} Lichtweite zwischen den Thoren und 60^{m} Länge zwischen Abfallboden und Unterthoren versehen werden, deren Drempel $2{,}_{5}$^{m} unter kleinstem Wasser liegen. Hiermit soll zugleich durch Umwandlung der Stauanlage an den bisherigen Königlichen Mühlen eine Verbesserung der Vorfluth- und Entwässerungsverhältnisse verbunden werden, der Art, dafs der Aufstau der Ober-Spree bei Hochwasser gänzlich verschwindet. Ermöglicht wird dies durch die gleichzeitig in Ausführung gedachte Anlage eines Süd-Canals, welchem letzteren ein so erheblicher Theil des Spree-Hochwassers zugewiesen wird, dafs für den Haupt-Spreearm in der Stadt bei höchster Anschwellung nur 110 kb^{m} Wasser abzuführen bleiben. — Der Rücken des Wehrs ist bis auf Höhe des niedrigsten Unterwassers zu senken und das Durchflufsprofil der Stauanlage für das Hochwasser so zu bemessen, dafs die Geschwindigkeit des Wassers daselbst nicht gröfser, als 1^{m} per Secunde wird.

Durch gänzliches oder theilweises Schliefsen des beweglichen Wehrs ist bei Niedrig- und Mittel-Wasser der Oberspree-Spiegel in der Höhe des bisherigen niedrigsten Wasserstandes daselbst zu halten. Einer gröfseren Erhebung des letzteren, als $0{,}_{3}$^{m} über diese Normalhöhe, mufs durch Oeffnen des Wehrs leicht vorgebeugt werden können.

Beim kleinsten Wasser soll der in Rede stehende Spree-Arm $9{,}_{0}$ kb^{m}, bei Mittelwasser ppt. $36{,}_{0}$ kb^{m} abführen.

Der Wasserabflufs unter dem Mühlendamme, welcher letztere in eine 20^{m} breite Strafse umzuwandeln ist, mufs angemessen regulirt werden. In derjenigen Oeffnung, durch welche die Schiffe passiren, darf die Unterkante der überdeckenden festen Construction nicht tiefer, als 3^{m} über Hochwasser herabreichen. Eine Erhöhung des Strafsenpflasters bis zu $1{,}_{5}$^{m} ist zulässig; die Rampen dürfen keine stärkere Steigung, als 1 : 50 erhalten.

Digitized by Google

Von den Gebäuden der bisherigen Königlichen Mühlen und der hinter denselben befindlichen Fahrstrafse ist zu der neuen Anlage nur so viel zu verwenden, als zur bequemen Durchführung der Schifffahrt und zum Zwecke einer genügenden Wasserabführung unerläfslich nothwendig ist. Der übriggelassene Rest dieser Gebäude und Grundstücke mufs Behufs einer thunlichst guten anderweiten Verwerthung möglichst zusammenhängend bleiben.

Im Zusammenhange mit diesen Anlagen soll die „Kurfürstenbrücke", welche weder für den Schiffverkehr genügend weite und hohe Oeffnungen, noch eine für den Landverkehr ausreichende Breite, sowie zu steile Rampen hat, einem zeitgemäfsen Umbau unterworfen werden.

Bedingung hierbei ist, dafs das Monument des „Grofsen Kurfürsten" unverrückt an der jetzigen Stelle und unverändert auf seinem Postamente bleibt, und erforderlichen Falls nur gehoben werden darf.

Eine Erhöhung der Brückenbahn wird durch die Forderung bedingt, dafs in den für den Schiffdurchlass bestimmten Oeffnungen, welche für diesen Zweck angemessen zu erweitern sind, zwischen der Hochwasserlinie und der Brückenconstruction in einer Breite von mindestens 6 m eine lichte Höhe von 3 m verbleiben mufs.

Die Brücke ist stromab bis auf 30 m zu verbreitern, wovon 20 m für die Fahrbahn bestimmt sind. Eine entsprechende Erweiterung der Königstrafse ist in dem anstofsenden Viertel anzunehmen. Die Rampen dürfen ebenfalls keine gröfsere Steigung, als 1 : 50 erhalten. Die äufsere Erscheinung des Bauwerks mufs der monumentalen Bedeutung desselben entsprechen.

Durch Einschränkung des Flusses auf 35 m sind Uferstrafsen, darunter eine von mindestens 15 m Breite zur Verbindung der Brücke mit der neuen Schleusenanlage zu gewinnen. Diese Uferstrafsen sind oberhalb der letzteren fortzusetzen und namentlich ist auch die Fischerbrücke in eine solche umzubilden und mit dem Mühlendamme angemessen zu verbinden.

Die verschiedenen Höhenlagen der Strafsen sind aus dem beigefügten Situationsplane, die Anordnung der jetzigen Stauanlage, der Mühlen, des Mühlendammes und der Kurfürstenbrücke aus dem ebenfalls beigeschlossenen Specialplane und den beigegebenen Profilzeichnungen zu ersehen.*)

Die Höhen sind in Metern über dem Nullpunkte des Amsterdamer Pegels, welcher $31_{,0}$ m über dem Nullpunkte des hiesigen Spree-Pegels liegt, angegeben.

Der Baugrund besteht bis 4 m unter dem letzteren aus untragfähigem Boden, unter welchem reiner Sandboden folgt. Der bisherige niedrigste Wasserstand der Unter-Spree an den Mühlen ist zu Ordinate $31_{,87}$ m, der mittlere Wasserstand zu $33_{,0}$ m, der höchste vom Jahre 1855 zu $34_{,77}$ m anzunehmen. Die letztere Höhe würde auch den höchsten Stand des in Zukunft gesenkten Oberwassers, die Ordinate $33_{,35}$ m die zukünftige Normal-Haltung der Ober-Spree, dem bisherigen kleinsten Wasserstande entsprechend, bezeichnen.

Speciell zu entwerfen ist:

1) Die Schiffschleuse.
2) Das Wehr.
3) Die Ueberführung des Mühlendammes.
4) Der Umbau der Kurfürstenbrücke.
5) Die Ufereinfassung zwischen Kurfürstenbrücke und Schleuse.

Diese Bauanlagen sind zu erläutern und überschläglich statisch zu begründen.

Die anzuwendenden Maafsstäbe sollen sein:

1) Für die allgemeine Situation 1 : 1000.
2) Für die Ansichten, Durchschnitte und Grundrisse der Baulichkeiten 1 : 100.
3) Für das Detail der Mauerkörper 1 : 50.
4) Für die Eisenconstructionen 1 : 50.
5) Für die Details der letzteren 1 : 20 und 1 : 10.

Alle hiesigen und auswärtigen Mitglieder des Architekten-Vereins werden eingeladen, sich an der Bearbeitung dieser Aufgaben zu betheiligen, und ersucht, die Arbeiten bis zum 20. December 1875 Abends 12 Uhr in der Vereins-Bibliothek, Wilhelmstrafse 118, abzuliefern. (Zeichnungen in Mappe, Erläuterungsbericht geheftet.) Später eingelieferte Arbeiten sind von der Concurrenz ausgeschlossen.

Die Entwürfe sind mit einem Motto zu bezeichnen und mit demselben Motto ein versiegeltes Couvert einzureichen, worin der Name des Verfassers und die pflichtmäfsige Versicherung desselben, dafs das Project von ihm selbstständig und eigenhändig angefertigt sei, enthalten sind.

Die Königliche Technische Bau-Deputation hat es sich vorbehalten, auch diejenigen nicht prämiirten Arbeiten, welche der Architekten-Verein einer besonderen Berücksichtigung für werth erachtet, als Probe-Arbeiten für die Baumeister-Prüfung anzunehmen.

Die eingegangenen Entwürfe werden bis zum 10. Januar 1876 in der Bibliothek des Vereins für die Mitglieder, am Schlusse des Monats Februar öffentlich ausgestellt. Die Verlesung der Referate der Beurtheilungs-Commissionen geschieht in der Hauptversammlung des März. Die Zuerkennung der Preise und die eventuelle Annahme der Arbeiten als Probe-Arbeit für die Baumeister-Prüfung wird am 13. März 1876 beim Schinkelfeste von dem Vorstande des Vereins bekannt gemacht.

Die mit dem Staatspreise gekrönten Arbeiten bleiben Eigenthum des Vereins. Derselbe hat das Recht, diese, sowie auch die mit Medaillen ausgezeichneten Entwürfe unter Nennung des Autors zu publiciren.

Der Autor eines mit dem Staatspreise gekrönten Entwurfes ist verpflichtet, innerhalb zweier Jahre die Studienreise anzutreten, vor dem Antritte derselben dem Vorstande des Vereins hiervon und von der Reiseroute Mittheilung zu machen und etwaige Aufträge des Vereins entgegenzunehmen, sowie Reisebericht und Skizzen spätestens 2 Jahre nach dem Antritt der Reise dem Vereine vorzulegen.

Berlin, den 13. März 1875.

Der Vorstand des Architekten-Vereins zu Berlin.

Hobrecht, Vorsitzender.

Adler. Böckmann. Ende. Franzius. Kinel. Lucae. Orth. Quassowski. Schwedler. Steuer. Streckert.

---

*) Dieser Specialplan, sowie der vorerwähnte Situationsplan sind für Concurrenten in der Vereinsbibliothek zu haben.

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Versammlung am 8. September 1874.

Vorsitzender: Hr. Hartwich. Schriftführer: Hr. Streckert.

Herr Frischen erläuterte die Principien, nach denen die Signalstation auf dem hiesigen Bahnhofe der Niederschlesisch-Märkischen Bahn durch die Firma Siemens & Halske ausgeführt worden ist, und beschrieb sodann zur näheren Orientirung und zum besseren Verständnifs der Anlage in eingehender Weise die localen Verhältnisse der Station. Von der auf dem Bahnhofe hochgelegenen Signalstation werden sowohl die Weichenverschlüsse, als auch die entsprechenden Signale gestellt und zwar in der Weise, dafs die vorhergehende Stellung der Signale für eine Weichenstrafse bezw. Hauptgeleis es erst ermöglicht, die zugehörigen Weichen zu stellen, während diejenigen eines jeden andern Ein- bezw. Ausfahrtgeleises während dieser Zeit nicht gestellt werden können, ein Auffahren oder Zusammenstofsen der Züge hierdurch also unmöglich gemacht wird. Gegen die durch Ausdehnung und Zerreifsen der nach den Signalen bezw. den Weichenverschlüssen führenden Drähte etwa möglichen falschen Stellungen ist mit gutem Erfolge durch Compensations- bezw. Versicherungs-Vorrichtungen Vorsorge getroffen. — Die Versammlung wurde von Herrn Schwabe zur Besichtigung der Anlage auf den nächstfolgenden Nachmittag eingeladen.

Herr Streckert besprach sodann die Vorzüge und Nachtheile der beiden Personenwagen-Systeme der Eisenbahnen, des sogen. amerikanischen (mit Intercommunication) und des Coupé-Systems; letzteres sei mit Ausnahme der Eisenbahnen in Württemberg auf den Deutschen Bahnen vorwiegend zur Anwendung gekommen. Habe das erstere die Vorzüge, dafs die Passagiere sich freier bewegen und leichter ein- und aussteigen könnten, auch eine stete Verbindung der Passagiere mit dem Zugpersonal vorhanden und für dieses der Dienst während der Fahrt nicht so gefahrbringend sei, wie bei dem Coupésystem, so seien auch die Unbequemlichkeiten desselben — schmälere Sitzplätze, unangenehme Zugluft beim gleichzeitigen Offensein von Thür und Fenster u. s. w. — nicht zu verkennen; bei dem Coupésystem sei der Dienst für das Fahrpersonal, sofern das Coupiren der Billets während der Fahrt geschehe, jedenfalls nicht ohne Gefahr, andererseits dagegen die Sitzplätze für die Passagiere breiter, überhaupt ein bequemeres Reisen durch die Coupéeinrichtung möglich u. s. w. — Der Ober-Ingenieur Hensinger von Waldegg habe nun einen Wagen construirt, welcher beide Systeme vereinige, wobei die Nachtheile derselben so weit als thunlich vermieden seien; es sei dies ein Coupéwagen mit seitlich liegendem Gange (von $72{,}_5$ ^{cm} Breite), welcher die Intercommunication herstelle; dessen Breite unter Innehaltung der nach dem Normalprofil des lichten Raumes und der vorhandenen Geleiseentfernungen zulässigen Dimensionen und unter Berücksichtigung eines ausreichenden Spielraumes zwischen denselben zu 3^{m} angenommen worden ist, so dafs die Sitzbreite eines Platzes in der ersten Wagenklasse 730^{mm} und diejenige eines solchen in der zweiten 547^{mm} gegen 800 bezw. 600^{mm} der gegenwärtigen Coupésitze betrage. Bei der speciellen Beschreibung des Wagens, welcher für die Hessische Ludwigsbahn gebaut wird, erwähnte der Redner noch besonders, dafs zur Verhinderung von seitlichen Schwankungen, welche durch eine ungleichmäfsige Belastung des Wagens mit Bezug auf den Seitengang entstehen könnten, eine Ausgleichung durch ein Federblatt mehr in beiden Tragwänden auf dieser Wagenseite stattgefunden habe. — In der hieran sich anschliefsenden Debatte, an welcher sich die Herren Schwabe, Hartwich, Hartnack, Pleifsner, Oberbeck, Frank und der Vortragende betheiligten, wurde einestheils die Einschränkung der Sitzbreite, die geringe Breite des Seitenganges und die Behinderung der Aussicht aus dem Wagen beanstandet und noch erwähnt, dafs ähnlich construirte Wagen auf der Bergisch-Märkischen Bahn in Gebrauch gewesen seien, ohne bis jetzt weitere Verwendung gefunden zu haben, während andererseits diese Wagen, bei einer etwas gröfseren, wohl noch zulässigen Kastenbreite für zweckmäfsig erkannt und denselben eine gröfsere Verbreitung gewünscht wurde.

Versammlung am 13. October 1874.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Oberbeck.

Herr Ingenieur Jähns, als Gast anwesend, zeigte und erläuterte ein ihm seit zwei Jahren patentirtes Instrument zum gleichzeitigen Messen von Höhen- und Längenabständen im Felde. Dasselbe wird auf einem Mefstisch befestigt, der in eigenthümlicher Weise mittelst dreier vertikal stehenden excentrischen Rollen horizontal einzustellen ist. Das daran befindliche Fernrohr wird nach einander auf zwei an der Nivellirlatte in einem gewissen Höhenabstande befestigte Visirscheiben gerichtet und aus den Winkeln, welche die beiden Schlinien dabei gegen den Horizont bilden und welche an dem Instrumente gemessen werden können, nach einfachen mathematischen Principien sowohl die horizontale Entfernung zwischen den Standpunkten des Instruments und der Nivellirlatte als auch die Höhendifferenz dieser beiden Standpunkte hergeleitet. Das sinnreiche Instrument kann auch als gewöhnliches Nivellir-Instrument benutzt werden. Dasselbe ist von Schmidt und Hänsch in Berlin zum Preise von 150 Thlr. zu beziehen.

Herr Frischen hielt unter Vorzeigung von Modellen einen Vortrag über die verschiedenen Principien, nach denen die zur Sicherung des Eisenbahnbetriebes neuerdings zur Ausführung gekommenen Apparate für Signal- und Weichensicherung construirt sind. Der Grundgedanke ist dabei der, dafs die Herstellung des Signals für die Einfahrt eines Zuges nicht möglich sein soll, wenn nicht zuvor sämmtliche zu passirende Weichen richtig gestellt und in dieser Stellung festgeriegelt sind und der Stationschef die Erlaubnifs zur Einfahrt in das entsprechende Geleis gegeben hat, sowie, dafs umgekehrt die Weichenstellung erst dann wieder geändert werden kann, nachdem zuvor an dem Einfahrts-Telegraphen das Haltesignal wieder hergestellt ist, wovon der Stationschef durch den Apparat avertirt wird. Bei eingeleisiger Bahn mufs aufserdem dafür gesorgt sein, dafs das Ausfahrts- und das Einfahrts-Signal nicht gleichzeitig gegeben werden können. Die von Siemens & Halske construirten Apparate erfüllen diese Anforderungen, indem auf elektrischem Wege die verschiedenen stellbaren Vorrichtungen von der Erlaubnifs des Stationschefs abhängig gemacht sind und ihre gegenseitige Abhängigkeit keine falschen Weichen- und Signalstellungen zuläfst. Eine Verschiedenheit tritt dabei hervor, je nachdem die Anforderung gestellt ist, dafs nur ein einzi-

Digitized by Google

ges Einfahrtssignal für die von derselben Richtung kommenden Züge gegeben werden soll, durch welches überhaupt nur die Einfahrt gestattet, nicht aber der Weg für dieselbe angedeutet wird, — oder dafs für jeden Weg, den ein einfahrender Zug nehmen darf, ein besonderer Einfahrts-Telegraph errichtet werden soll, so dafs der Locomotivführer des einfahrenden Zuges an dem gezogenen Signal erkennen kann, in welches Geleis der Zug einlaufen wird. Herr Frischen befürwortete das letztere Princip als dasjenige, welches die gröfsere Sicherheit gewähre und für durchkreuzende Fahrstrafsen angewendet werden mufs. Im Gegensatz zu den Siemens & Halske'schen Einrichtungen, welche die Weichen nicht direct bewegen, sondern nur bei Einfahrt eines Zuges in der richtigen Lage festriegeln, erwähnt derselbe die von Saxby und Farmer construirten Central-Weichenstell-Apparate, bei denen von einem Signalthurm aus die Weichen auf mechanischem Wege gestellt werden, und hebt hervor, dafs die Anwendung dieser Apparate aufser ihrer Kostspieligkeit bei sehr langen Bahnhöfen manche Unzuträglichkeiten böten, ihre Functionirung namentlich bei stark wechselnder Temperatur nicht ganz zuverlässig und ihre Einführung und Anbringung bei bestehenden Bahnhofsanlagen weit umständlicher sei, als die Einführung der Siemens & Halske'schen Vorrichtungen, so dafs dieselben der Abhängigkeit vom Stationschef ganz entbehrten.

Herr zur Nieden bezeichnet als wesentliche Vortheile des Saxby und Farmer'schen Systems die dadurch ermöglichte Verminderung des Bahnhofspersonals und den Wegfall der Gefahren, denen die Weichensteller bei der gewöhnlichen Art der Weichenbedienung ausgesetzt sind. Als Nachtheil sei dagegen die Möglichkeit eines Bruches in der Stangenleitung anzuführen, wodurch die beabsichtigte Umstellung einer Weiche verhindert werden würde, ohne dafs dies der Beamte an dem Centralapparat zu bemerken brauchte.

Nach einer kurzen Discussion über die Zweckmäfsigkeit der verschiedenen Systeme hob der Vorsitzende hervor, dafs bei der Complicirtheit der mit einander in Verbindung gesetzten Vorrichtungen, welche einen gewissen Bildungsgrad bei dem bedienenden Personal bedinge, erst durch längere Erfahrung ein sicheres Urtheil über die Vorzüge der einen oder der anderen Construction zu gewinnen sein möchte. Anschliefsend an die Bemerkung über die Gefahren, denen die Weichensteller bei ihrem Dienste ausgesetzt sind, erwähnte der Vorsitzende, dafs zu den Mitteln, diese Gefahren zu vermindern, auch die Beseitigung der der freien Bewegung hinderlichen Distanzpfähle zwischen den Bahnhofsgeleisen gehöre; die Bahnverwaltungen seien bereits vor längerer Zeit aufgefordert, einen anderweiten Ersatz dafür zu schaffen; es seien hierzu einzelne Steine mit angestrichener Oberfläche, Pflasterungen, angestrichene Querschwellen etc. in Vorschlag gebracht. Als ein einfaches und sehr zweckmäfsiges Mittel zur Bezeichnung der Grenze, bis zu welcher Wagen auf den Geleisen aufgestellt werden dürfen, empfehle sich vor Allem die bei der Breslau-Schweidnitz-Freiburger Bahn adoptirte Einrichtung, wonach die Seitenflächen der Schienen bei beiden zusammenlaufenden Geleisen von dem zu markirenden Grenzpunkte ab auf etwa 1 Meter Länge in der Richtung nach dem Herzstück zu roth, in der entgegengesetzten Richtung weifs mit Oelfarbe angestrichen sind. Diese Bezeichnung falle gut in die Augen, während der Anstrich von Schwellen oder Steinen, deren Oberfläche mit dem Erdboden gleich hoch liegt, vergänglich und bei Schneefall unkenntlich sei.

Zum Schlusse wurde Herr Eisenbahn-Baumeister Bartels durch die übliche Abstimmung als ordentliches einheimisches Mitglied in den Verein aufgenommen.

Versammlung am 10. November 1874.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Streckert.

Herr Schwabe machte einige Mittheilungen aus dem ersten Jahresberichte der von dem englischen Parlament im Jahre 1873 eingesetzten Railway-Commission (datirt vom 31. August d. J.), welcher Entscheidungen enthält über Klagen des Publicums bezüglich des Personenverkehrs, Klagen mehrerer Spediteure gegen die Eisenbahn-Gesellschaften, Beschwerden verschiedener Eisenbahn-Verwaltungen wegen der von anderen Verwaltungen verweigerten Einrichtung directer Verkehre, desgleichen solche des Publicums über die Seitens mehrerer Eisenbahnen nur in ungenügendem Maafse gewährte Einsicht in ihre Tarife. Der Bericht bietet dadurch insbesondere einen interessanten Einblick in das bisher noch nicht genügend aufgeklärte Verhältnifs der englischen Eisenbahnen als Frachtführer. — Hierauf gab der Vortragende eine Uebersicht des Personenverkehrs auf den Bahnhöfen in Berlin während der Zeit von 1853 bis 1873. Bei einer Einwohnerzahl Berlins von 415425 im Jahre 1853, von 581471 im Jahre 1863 und von 910909 im Jahre 1873 betrug die Zahl der in Berlin angekommenen und abgegangenen Reisenden in den Jahren:

	1853	1863	1873
auf d. Berlin-Potsd.-Magdeb. Eisenbahn	512983	926121	2225812
- - Berlin-Stettiner -	245061	427438	1032175
- - Berlin-Anhalter -	232317	377023	1072586
- - Niederschles.-Märkisch. -	231911	447545	1863190
- - Berlin-Hamburger -	214863	448900	1047037
- - Berlin-Görlitzer -	—	—	367462
- - Berlin-Lehrter -	—	—	782286
- - Ostbahn	—	—	851677
im Ganzen . .	1437135	2627027	9243225

Während also im Jahre 1853 die Zahl der auf den Berliner Bahnhöfen angekommenen und abgegangenen Reisenden nur das Vierfache der Einwohnerzahl von Berlin betrug, steigerte sich dieselbe im Jahre 1863 auf das Fünffache und im Jahre 1873 — bei einer doppelt so grofsen Einwohnerzahl wie im Jahre 1853 — auf das Zehnfache; die Erfahrungen der letzten Jahre sprechen dafür, dafs sich dieses Verhältnifs mit der weiteren Ausbildung des Localverkehrs, insbesondere mit der Verbesserung der Communicationen im Innern der Stadt noch günstiger gestalten wird.

In der anschliefsenden Discussion über den ersten Theil der Mittheilungen des Vortragenden wurde das mit den Eisenbahnen in England vereinigte Rollfuhrwesen besonders besprochen, und hervorgehoben, dafs ein rasches und regelmäfsiges Befördern der Güter zu jeder Zeit auch erfordere, dafs das Rollfuhrwesen mit dem Eisenbahn-Transport verbunden sei — entweder also von den Bahnverwaltungen selbst besorgt oder in die Hand von Rollfuhrunternehmern gelegt werde —.

Herr Röder erklärte sodann, nachdem er die Einführung ganz eiserner Oberbaue historisch beleuchtet, sein schon 1850 vergebens angestrebtes, jetzt den neueren Erfahrungen angepafstes Project eines ganz eisernen Oberbaues.

Seine Absicht ist, die nach den bisherigen Erfahrungen bei dem ganz eisernen Oberbaue bestehenden Mängel, nämlich:

Digitized by Google

a. die Schwierigkeit des Unterstopfens und Unterhaltens und

b. die Schädigung des rollenden Materials durch das harte Befahren der continuirlichen Unterstützung der Fahrschiene dadurch zu beseitigen, dafs er die continuirliche Unterstützung der Schiene durch Intervalle von $0{,}_{60}{}^{m}$ unterbricht, in denen die Fahrschiene frei schwebt, dadurch aber die Unterschiene in stuhlartige, $0{,}_{50}{}^{m}$ lange Schienenstücke auflöst, entsprechend dem 1850 von Morin aufgestellten und in Algérien vielfach angewendeten Platten-Stuhl-Systeme.

Die Schiene des Herrn Röder, eine Stahlschiene von 54^{mm} breitem, 30^{mm} hohem Kopfe und 57^{mm} hohem, 11^{mm} starkem Stege, wird in den Schlitz dieser Stühle gelegt, welche von zwei ⊥-Eisen gebildet werden, deren Füfse an der unteren Seite mit 11^{mm} starken Zwischenlagen zusammengenietet werden, während die nach oben stehenden Seiten der ⊥-Eisen dreimal durchlocht sind und durch diese Löcher mit der Schiene, und zwar an den Stöfsen dreimal, in den Zwischenstühlen je einmal befestigt werden. Diese Befestigung an den Stöfsen ist der bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn 1850 zuerst versuchten und bei fast allen gröfseren französischen Eisenbahnen adoptirten Laschenverbindung mit 3 Schraubenbolzen nachgebildet, um die Gröfse der Stühle zu beschränken und durch diese selbst zugleich eine sehr starke Laschenverbindung bilden zu lassen; die Zwischenstühle sind zur Vereinfachung des Oberbaues von derselben Gröfse mit drei Bolzenlöchern, nur erhalten sie je nach dem Bedürfnisse der Unterstützung der Schiene etc. nur einen, höchstens 2 Bolzen zur Befestigung an der Schiene, so dafs das, sonst den gewöhnlichen Schienenstühlen anhaftende selbstständige Verrücken derselben hierdurch unmöglich ist.

Jeder Stuhl wird mit dem ihm gegenüberstehenden durch ein 53^{mm} breites, 7^{mm} starkes Winkeleisen und 23^{mm} starke kurze Schraubenbolzen verbunden, und durch verschiedene Lochung für Geleis-Erweiterungen in den Curven passend, gelegt; diese Schraubenbolzen, sowie die zur Befestigung der Schiene, erhalten schräge Unterlagsplatten, um die Schräge der Rippen und Füfse der ⊥-Eisen auszugleichen.

Es sind nämlich, des leichteren Walzens wegen, die ⊥-Eisen in ihrer Rippe 125^{mm} hoch mit 5 à 10^{mm} Stärke angenommen, die Stärke des Fufses schwindet bei 108^{mm} Totalhöhe von 10^{mm} in der Mitte auf 8^{mm} an den Enden.

Die Gesammtlänge einer Schiene besteht also aus:

6 Stühlen von $0{,}_{5}{}^{m}$ Länge $= 3{}^{m}$,
und 6 Intervallen von $0{,}_{6}{}^{m}$ Länge $= 3{,}_{6}{}^{m}$,
zusammen . . $6{,}_{6}{}^{m}$.

Herr Röder hebt folgende Vortheile seines, nur auf zwei prismatischen Kieskörpern liegenden Systemes hervor:

1) In Bezug auf das weiche Befahren könne man durch Vergröfserung der Intervalle resp. gröfsere Elasticität der Stahlschiene jedweden Grad von Weichheit, ähnlich wie bei schwebendem Stofse, erzielen.

2) In Bezug auf Leichtigkeit des Unterstopfens und Billigkeit der Unterhaltung

a. könne man den Oberbau auf die Kiesunterlage legen, oder 55^{mm} unter deren Oberfläche einsenken.

b. Die nach unten um 5^{mm} vorstehenden lothrechten Schenkel der ⊥-Eisen gäben beim Stopfen dem Kiese einen festen Halt.

c. Durch Verarbeitung des im Geleise zwischen den beiden Kiesprismen liegenden Kiesvorrathes werde diese Arbeit eine bequemere und billigere.

3) In Bezug auf die Sicherheit des Betriebes bei diesem Systeme sind:

a. keine Haken- oder Schrauben-Nägel verwendet, welche lose werden können,

b. keine besonderen Laschen und Laschen-Schrauben dabei vorhanden.

c. Selbst das Losewerden der die Schienen haltenden Bolzen bringe für den Betrieb keine Gefahr, so lange dieselben nur noch in der Schiene sitzen.

Weil sich beim Morin'schen Platten-Systeme eine (durchgehend gerechnete) Breite von . . . . . 128^{mm}
als Druckfläche auf den Kies und beim Hartwich-schen Systeme eine ähnliche Breite von . . . . 130^{mm}
durch den Betrieb schon bewährt hat, hat Herr Röder für seine Schiene ebenfalls $\frac{6 \cdot 281^{mm} \cdot 0{,}_{5}{}^{m}}{6{,}_{6}} = 128^{mm}$
durchgehende Druckfläche angenommen. Ebenso stellt das Röder'sche System der Seitenverschiebung bei einer Schiene allein

$$\frac{6{,}_{6}{}^{m} \cdot 55^{mm} + 6 \cdot 0{,}_{5}{}^{m} \cdot 52^{mm}}{6{,}_{6}{}^{m}} = \frac{0{,}_{363}\ \square^{m}}{6{,}_{6}{}^{m}} + \frac{0{,}_{126}\ \square^{m}}{6{,}_{6}{}^{m}}$$

$= 0{,}_{08}\ \square^{m}$ pro lfd. Meter Fläche entgegen, während Morin's Schienenstühle nur $0{,}_{046}\ \square^{m}$ pro lfd. Meter bieten, wobei die Flächen der zweiten Schiene durch die Querverbindungen ebenfalls als gegen Seitenverschiebung mitwirkend betrachtet werden können.

Gegen die Längenverschiebung ist aufser der Reibung in den zusammengeschraubten Flächen der Stofsstühle noch der Widerstand der 53^{mm} hohen, im Kiese eingebetteten Querverbindungen thätig.

In Bezug auf das Gewicht und die Kosten hatte Herr Röder sein System (von welchem derselbe 4 Arten mit verschiedenen Intervallen zwischen den Stühlen graphisch vorführte) für $6{,}_{6}{}^{m}$ Geleise berechnet und zu den beistehenden hohen Preisen dieses Frühjahres veranschlagt:

a.	2 Schienenlängen von $6{,}_{6}{}^{m}$	$= 191{,}_{796}{}^{k}$,	die 1000^{k}	$=$	90 Thlr.	$=$	$17{,}_{262}$ Thlr.,
	16 Befestigungsschrauben à $0{,}_{75}{}^{k}$	$= 12{,}_{000}{}^{k}$,	- -	$=$	150 -	$=$	$1{,}_{800}$ -
b.	12 Schienenstühle à $15{,}_{4}{}^{k}$	$= 184{,}_{800}{}^{k}$,	- -	$=$	80 -	$=$	$14{,}_{784}$ -
	24 Nieten und 24 Zwischenlagen	$= 6{,}_{360}{}^{k}$,	- -	$=$	120 -	$=$	$0{,}_{763}$ -
c.	6 Querverbindungen à $7{,}_{310}{}^{k}$	$= 43{,}_{860}{}^{k}$,	- -	$=$	100 -	$=$	$4{,}_{386}$ -
	12 kleine Schrauben à $0{,}_{4}{}^{k}$	$= 4{,}_{800}{}^{k}$,	- -	$=$	150 -	$=$	$0{,}_{720}$ -
		Summa $443{,}_{616}{}^{k}$.					
					Latus . .		$39{,}_{715}$ Thlr.

Digitized by Google

	Transport . .	$39_{,715}$ Thlr.
d.	Transport vom Walzwerke bis zur Baustelle 444 k auf etwa 60 Meilen zu transportiren à 10 Thlr.	$4_{,440}$ -
e.	Montiren und Legen $6_{,6}$ m à $0_{,5}$ Thlr.	$3_{,300}$ -
f.	Kiesbeschaffung $6_{,6}$ m · $0_{,5625}$ □m = $3_{,7128}$ kbm, pro kbm $1_{,5}$ Thlr. . . .	$5_{,569}$ -
	Summa für $6_{,6}$ m fertiges Geleise . .	$53_{,024}$ Thlr.

Es wiegt also 1 Meter Geleise in Eisen $67_{,21}$ k

Es kostet 1 Meter Geleise fertig hergestellt $8_{,034}$ Thlr.

1 Kilometer - - 8034 Thlr.

1 Meile - - 60255 Thlr.

Herr Röder verglich sodann das Gewicht seines Systemes pro lfd. Meter Geleise . . . . . $67_{,21}$ k

nach Heusinger v. Waldegg, mit dem von Hartwich $89_{,00}$ k

Scheffler (verbessertes System) . . . . . $114_{,50}$ k

Hilf . . . . . $115_{,50}$ k

Köchlin (verbessertes System) . . . . . $130_{,00}$ k

Daelen . . . . . $135_{,00}$ k

Paulus . . . . . $140_{,50}$ k

Hannoversche Staatsbahn . . . . . $168_{,00}$ k

während das schwerste der von Herrn Röder berechneten Systeme nur . . . . . $85_{,55}$ k

wiegt.

Zum Vergleiche der Kosten mit wirklichen Ausführungen berechnete Herr Röder, nach Heusinger von Waldegg, die Kosten des Hartwich'schen fertigen Oberbaues incl. Kies von $\frac{7_{,383}\text{ Thlr. p. m.}}{89\text{ k}} = 0_{,083}$ Thlr. pro Kilogramm und stellte daneben das Gewicht seines Systemes $67_{,21}$ k p. m., welches zu demselben Hartwich'schen Preise de 1865 = $0_{,083}$ Thlr. berechnet, nur

$67_{,21}$ k · $0_{,083}$ Thlr. = $5_{,57843}$ Thlr. pro lfd. Meter Geleise,

mithin pro Kilometer $5578_{,43}$ Thlr.,

pro Meile $41838_{,23}$ Thlr. kosten würde,

also, die billigen Eisenpreise de 1865 vorausgesetzt, wohl den billigsten Oberbau ergeben dürfte.

In der anschliefsenden Besprechung wurde von mehreren Seiten dagegen hervorgehoben, dafs der dreitheilige eiserne Oberbau durch die vielen hierbei zur Verwendung kommenden Verbindungstheile und des schwierigen gleichmäfsigen Zusammenhaltens derselben, eine weitere Verbreitung nirgends gefunden habe, vielmehr gehe das Bestreben der Neuzeit darauf hinaus, die Unterschwelle aus einem Stücke herzustellen. —

Der Vorsitzende erwähnte hierauf unter Vorführung der Zeichnungen für die neuen Uniformen der Staats-Eisenbahn-Beamten, vom Stationsvorsteher erster Klasse abwärts, die Motive, welche für die Einführung derselben maafsgebend gewesen seien. Die früher reichverzierten Uniformen sind durch einfachere und zweckmäfsigere sowohl im Schnitt als auch in den Abzeichen ersetzt worden, die Röcke erhalten dementsprechend zwei Reihen Knöpfe und abgerundete Kragen mit den für die verschiedenen Beamtenkategorieen und deren Unterabtheilungen vorgeschriebenen Dienstabzeichen.

Am Schlusse der Sitzung wurde in üblicher Abstimmung Herr Telegraphen-Inspector Wehrhahn als einheimisches ordentliches Mitglied in den Verein aufgenommen.

Versammlung am 8. December 1874.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Oberbeck.

Der Vorsitzende giebt zunächst eine kurze Uebersicht über den Personalstand des Vereins. Aus der Zahl der Mitglieder sind im Laufe des Jahres 1874 im Ganzen 13 ausgeschieden, davon 8 durch den Tod. Neu aufgenommen sind 12 Mitglieder. Aus der Zahl der einheimischen Mitglieder sind 4 in die der auswärtigen, und umgekehrt aus der Zahl der auswärtigen 2 in die der einheimischen übergetreten.

Der Verein zählt demnach am Jahresschlusse:

224 einheimische Mitglieder,
120 auswärtige -
3 Ehrenmitglieder,
32 correspondirende Mitglieder,

zusammen 379 Mitglieder gegen
380 am Schlusse des Jahres 1873.

Für den Registrator, den Boten und den Hausdiener des Vereins werden die im vorigen Jahre gezahlten Gratificationen von bezw. 30, 15 und 10 Thlr. für das laufende Jahr wieder bewilligt.

Der Kassenführer giebt hierauf eine vorläufige Uebersicht über den Kassenbestand des Vereins.

Die Activa betragen einschliefslich des Bestandes am Anfang des Jahres 1874 1341 Thlr. 21 Sgr. — Pf.

die Passiva . . . . 605 - 7 - 3 -

der Bestand also . . 736 Thlr. 13 Sgr. 9 Pf.

Der Antrag, die disponiblen Beträge zinsbar anzulegen, wird angenommen, desgleichen der Antrag, den trotz wiederholter Erinnerungen nicht eingesandten Jahresbeitrag des Regierungsassessors Herrn Todt niederzuschlagen und den Namen des Letzteren in den Listen zu streichen.

Herr von Schmerfeld referirte über die wichtigeren Beschlüsse der in den letzten Tagen des September zu Buda-Pest abgehaltenen Generalversammlung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen und schlofs daran einige Mittheilungen über die Sehenswürdigkeiten jener Stadt, namentlich über die seit 1869 in Betrieb befindliche Drahtseilbahn vom Donauufer nach der Ofener Burg, und über die im Jahre 1873 eröffnete Zahnrad-Locomotivbahn nach dem Schwabenberge.

Herr Oberbeck erläuterte ein kürzlich im Verlage von Ernst & Korn erschienenes, von dem Baurath Menne und dem Baumeister Dörenberger zu Cöln entworfenes Tableau, welches die Leistungsfähigkeit einer Güterzug-Locomotive von bestimmtem Gewicht bei verschiedenen Steigungs- und Krümmungsverhältnissen der Bahn darstellt und zugleich den Einfluss der Witterung und Fahrgeschwindigkeit berücksichtigt. Es wird hierdurch ein bestimmter Anhalt dafür geboten, in welchem Maafse die Steigungen in scharf gekrümmten Bahnstrecken ermäfsigt werden müssen, wenn eine gewisse Maximalleistung der Locomotive nicht überschritten werden soll, was für die Aufstellung von Vorarbeiten zum Bau einer Bahn von grofser Wichtigkeit ist.

Digitized by Google

Herr Dirksen erwähnt, dafs er für derartige Vorarbeiten zu gleichem Zwecke früher Instructionen aufgestellt habe, welche auf einer ähnlichen Grundlage beruhten; die graphische Darstellungsweise verdiene aber ihrer Uebersichtlichkeit wegen allerdings den Vorzug.

Der Vorsitzende theilte einige Resultate aus den neuesten statistischen Zusammenstellungen mit, welche sich auf den Umfang der Bauthätigkeit im Eisenbahnwesen und auf die Vermehrung der Betriebsmittel beziehen. Die Länge der in Preufsen im Bau befindlichen, bezw. zur Ausführung concessionirten Bahnstrecken beträgt im Bereiche der Staatsbahnen . . . . . 254 Meilen,
der unter Staatsverwaltung stehenden Privatbahnen 112 -
und der von den Privat-Directionen verwalteten
Privatbahnen . . . . . 483 -
zusammen. . . 849 Meilen.

Das hierzu nach den Kostenanschlägen erforderliche Anlage-Capital beläuft sich auf resp. 208 + 65 + 280 = 553 Millionen Thaler. Da die meisten dieser Bahnstrecken binnen 4 bis 6 Jahren vollendet sein sollen, so erhelle aus diesen Angaben, dafs die Bauthätigkeit auf dem Gebiete des Eisenbahnwesens noch immer eine sehr rege sei. Bedauerlicher Weise seien allerdings auf einigen Linien Stockungen eingetreten; ob es überall gelingen werde, dieselben überhaupt oder schon bald zu beheben, lasse sich mit Bestimmtheit wohl nicht übersehen. — Die Beschaffung von Betriebsmitteln gehe in grofsem Umfange vor sich, denn es sind im Laufe des Jahres 1874 für die Preufsischen Bahnen, beschafft, bezw. noch abzuliefern: 1066 Locomotiven, 1446 Personenwagen und 15044 Gepäck- und Güterwagen, durch welche zusammen ein Capital von nahezu 42 Millionen Thalern repräsentirt wird. Für das nächste Jahr sind jetzt bereits für mehr als 10 Millionen Thaler Betriebsmittel in Bestellung gegeben.

Der als Gast anwesende Ober-Ingenieur der Rheinischen Eisenbahn, Herr Rüppell, beschreibt die Art und Weise, wie die Richtigkeit der Weichen- und Signalstellungen bei den vielfachen Geleisverzweigungen der Rheinischen Bahn bei Cöln mittelst zweier Central-Stellapparate gesichert ist. Von den letzteren führen Stangenleitungen zu den Weichen und Drahtleitungen zu den Signalen, und die Stellhebel, mittelst deren jene Leitungen vom Central-Apparat aus bewegt werden, stehen in einem solchen Abhängigkeitsverhältnifs von einander, dafs die Einfahrts-Signale für die Züge der verschiedenen Richtungen immer erst dann gegeben werden können, wenn alle in Betracht kommenden Weichen in die entsprechende Stellung gebracht sind. Der Vortragende erwähnt, dafs die Weichenzüge, welche mit Rücksicht auf die bei Temperaturwechsel eintretende Längenänderung mit Compensationsvorrichtungen versehen sind, selbst bei einer Länge von mehr als 200^m bisher stets völlig sicher functionirt haben.

Der Vorsitzende macht auf die von Herrn Mittler vorgelegte Probe der auf der Georgs-Marien-Hütte bei Osnabrück fabricirten sogen. Schlackenwolle aufmerksam, welche aus der Hohofenschlacke durch eine einfache Manipulation gewonnen wird, grofse Aehnlichkeit mit lose gezupfter Baumwolle hat und wegen ihrer Unverbrennlichkeit, schlechten Wärmeleitung und Indifferenz gegen die Einflüsse der Feuchtigkeit zu Umhüllungen von Dampfleitungen, Dampfcylindern, Reservoirs etc., als Stopfmaterial für Isolirwände und zum Zweck des Filtrirens in chemischen Fabriken empfohlen wird.

Demnächst werden die Herren Geh. Reg.-Rath Richtsteig, Vorsitzender der Berlin-Görlitzer Eisenbahn-Direction, und Baumeister Bruhn durch die übliche Abstimmung als ordentliche einheimische Mitglieder in den Verein aufgenommen.

Bei der statutenmäfsigen Neuwahl des Vorstandes werden die Herren: Weishaupt, Hartwich, Streckert, Oberbeck, Ebeling und Ernst wiedergewählt.

Literatur.

R. Redtenbacher, Bautischler-Arbeiten. (Verlag von J. Veith in Carlsruhe.)

An einer frühern Stelle (Bd. XXIV. Spalte 279 — 80) dieser Blätter habe ich auf die ersten Hefte von Redtenbacher's verdienstvollem Werke über ältere Italienische Bautischler-Arbeiten aufmerksam gemacht. Jetzt ist das Werk mit 6 Heften (36 Blätter) abgeschlossen. — Ueber die Aufgabe und die Art der Ausführung desselben habe ich dem Früheren nichts weiter hinzuzufügen, nur über den Inhalt der vier letzten Hefte möchte ich mir noch einige Bemerkungen erlauben:

Das dritte Heft enthält Darstellungen von sieben verschiedenen Plafonds als Facsimiles alter Handzeichnungen aus der auch an architektonischen Zeichnungen (welche bisher leider wenig benutzt wurden) sehr reichen Sammlung der Uffici zu Florenz, von denen mit Ausnahme eines einzigen nicht bekannt ist, ob sie ausgeführt sind.

Das vierte Heft enthält die Darstellung eines Paramenten-Schrankes in der Sacristei des Domes zu Orvieto und zwei einfache, aber sehr schöne Wandverkleidungen (Vertäfelungen) in der berühmten Libreria des Domes zu Siena (welche um das Jahr 1500 von Barili ausgeführt wurde) und in der Oberkirche Sta. Catarina zu Siena. Erstere ist zugleich mit Pulten zum Aufstellen der grofsen Mefsbücher verbunden.

Heft 5 und 6 endlich enthalten Darstellungen von Thüren und Plafonds aus Rom etc.

Alles ist gut und sehr verständlich mit Angabe der Profile, letztere oft in natürlicher Gröfse, gezeichnet. Das Werk dürfte demnach auch für practische Architekten und Schreiner sehr brauchbar sein. R. B.

Berichtigungen.

In Heft I bis III dieses Jahrgangs ist zu lesen:

Spalte 57, Zeile 1 v. o. } Zecca di Gubbio statt Lecca di Gubbio
- 62, - 30 v. o. }
- 60, - 30 v. o. Gentile Brancoleoni statt Brancaleone
Spalte 63, Zeile 36 v. o. praecinctiones statt praecipetiones
- 76, - 13 v. o. quadratische Vierung statt Führung
- 76, - 14 v. u. Diese Altar- statt Die Altar-

Hälle, Buchdruckerei des Waisenhauses.

Digitized by Google

JAHRGANG XXV. 1875. HEFT VIII BIS X.

Amtliche Bekanntmachungen.

Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 21. Juni 1875, betreffend die Tagegelder und Reisekosten derjenigen bei der Allgemeinen Bauverwaltung angestellten Beamten, deren Stellen einen bestimmten Dienstrang nicht besitzen.

In Verfolg unserer Verfügung vom 25. November v. J., betreffend die Klassificirung der Beamten bei Gewährung von Tagegeldern und Reisekosten,*) bestimmen wir des Weiteren auf Grund des §. 10 des Gesetzes vom 24. März 1873, dafs denjenigen Beamten aus dem Bereiche der Allgemeinen Bauverwaltung, deren Stellen einen bestimmten Dienstrang nicht besitzen, Tagegelder und Reisekosten bei Dienstreisen, wie folgt, gewährt werden:

dem Director der Bauakademie nach Nr. III;

den etatsmäfsig angestellten Lehrern der Bauakademie nach Nr. IV;

den Kreis-, Land-, Wasser- und Wege-Baumeistern, sowie dem Geometer der Elbstrom-Bauverwaltung, den Wegebauconducteuren, Baucommissarien und Bauaccessisten in Hannover und Hessen, dem Canal-Inspector zu Nicolaiken, dem Dünenplantagen-Inspector zu Cranz, den Ober-Maschinenmeistern und Baggerungs-Inspectoren zu Pillau, Bredow und Stralsund nach Nr. V;

den Bau-Eleven in Hessen, den Chaussee-Districts-Aufsehern in Schleswig, dem Hafenmeister zu Ruhrort, den Magazin- und Materialien-Verwaltern, resp. Bauhofs-Vorstehern zu Memel und Pillau, den Materialienschreibern zu Neufahrwasser, Bredow, Swinemünde, Stralsund und Rendsburg, den Hafenbauschreibern zu Stolpmünde, Rügenwaldermünde und Colbergermünde, dem Dünenplanteur zu Swinemünde, dem Ballast-Inspector zu Memel, dem Strom- und Baggermeister in Cappeln, den Maschinen- und Baggermeistern in Pillau, Memel, Tilsit, Kaukehmen, Stettin, Swinemünde und Stralsund, den Maschinenmeistern in Pillau, Memel, Buchwalde, Kaukehmen, Neufahrwasser, Elbing, Berlin, Stettin, Swinemünde, Stralsund, Stolpmünde, Geestemünde und Husum, den Schiffsführern auf den Dampfbaggern und Dampfbugsirbooten in Pillau, Memel, Neufahrwasser, Stettin, Swinemünde, Stralsund, Stolpmünde, Glückstadt, Cappeln, Husum, Geestemünde und Coblenz, sowie auf den Leuchtfeuerschiffen zu Tönning und der Flensburger Föhrde, den Dampfbagger-Capitainen zu Geestemünde und Blumenthal, den Brückenmeistern zu Tilsit, Coblenz, Düsseldorf und Wesel, nach Nr. VI;

den übrigen Beamten geringeren Ranges und Unterbeamten der Bauverwaltung, als: dem Portier, den Saal- und Hausdienern der Bauakademie, den Oberaufsehern, Aufsehern und Wärtern an den Chausseen, den Hafen- und Hafenbau-Aufsehern und Wärtern, dem Förster auf der Süderspitze bei Memel, den Dünen-Aufsehern und Wärtern, den Leuchtfeuer-Aufsichtsbeamten, den Baggermeistern, Maschinenmeistern, Maschinisten und Steuerleuten auf Strom- und Dampfbaggern etc., den Bagger-Aufsehern, Feuerwärtern und Baggergesellen, Maschinenführern und Wärtern, Maschinenmeister-Gehilfen, Materialien- und Bau-Aufsehern, Strom-, Kribb-, Hafen- und Buhnenmeistern, Strom- und Wasserbau-Aufsehern, Wärtern und Gehilfen, den Canal-Aufsichtsbeamten, Buschwärtern, Waarden-, Krahn- und Pflanzungs-Aufsehern, Stackmeistern, Brunnenmeistern und Wärtern, Fähr-Aufsehern, Obersteuermännern, Steuerleuten und Brückenmatrosen etc. an den Fähranstalten, den Strafsen- und Brücken-Aufsehern, Aufziehern und Wärtern, den Schlofs-Castellanen, Schlofs-Aufsehern resp. Gärtern, den Ruhr-Gensdarmen und Ruhr-Hafenpolizei-Sergeanten, nach Nr. VII des obengenannten Gesetzes.

Der Finanz-Minister.
gez. Camphausen.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
gez. Dr. Achenbach.

An
sämmtliche Königliche Regierungen und Landdrosteien, die Ministerial-Bau-Commission, das Polizei-Präsidium hier, die Oberpräsidenten und den Director der Bauakademie.

*) Die im Eingange bezeichnete Verfügung vom 25. November 1874 bezieht sich lediglich auf Beamte der Handels- und Gewerbe-Verwaltung.

Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

(Anfang August 1875.)

Des Kaisers und Königs Majestät haben:

die Geheimen Bauräthe Giersberg und Schneider zu Geheimen-Ober-Bauräthen ernannt, sowie

zu Regierungs- und Bauräthen:

den Eisenbahn-Bauinspector, Baurath Suche in Bromberg,

den Bauinspector Cornelius in Berlin,

den Eisenbahn-Ober-Betriebs-Inspector Steegmann in Posen,

den Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector Rasch in Glogau, und

den Bauinspector Benoit in Swinemünde.

Den Bauinspectoren Rosenow in Breslau und Baeseler in Heinsberg ist der Charakter als Baurath verliehen, dem Letzteren bei seinem Ausscheiden aus dem Staatsdienste.

Der Regierungs- und Baurath Rasch, bisher Mitglied der K. Direction der Oberschlesischen Eisenbahn ist zur K. Direction der Ostbahn versetzt und mit den Functionen des Vorsitzenden der K. Eisenbahn-Commission in Berlin betraut worden.

Dem Regierungs- und Baurath Benoit ist eine Regierungs- und Baurath-Stelle in Cöslin verliehen.

Der Regierungs- und Baurath Suche ist zum technischen Mitgliede der K. Direction der Ostbahn in Bromberg ernannt.

Digitized by Google

Der bisher bei dem Bezirks-Präsidium zu Colmar angestellt gewesene Regierungs- und Baurath Spannagel ist in den Preufsischen Staatsdienst wieder eingetreten und hat eine Regierungs- und Baurath-Stelle zu Trier erhalten.

Dem Regierungs- und Baurath Bensen sind die Functionen des Vorsitzenden bei dem K. Eisenbahn-Commissariat in Berlin übertragen worden.

Dem Regierungs- und Baurath Hinüber, Mitglied der K. Eisenbahn-Direction in Hannover, sind die Functionen des Vorsitzenden bei der K. Eisenbahn-Commission (Hannoversche Staatsbahn) in Cassel übertragen.

Der Eisenbahn-Ober-Betriebs-Inspector Sebaldt in Saarbrücken ist zum technischen Mitgliede der K. Direction der Ostbahn — unter Anweisung seines Wohnsitzes in Danzig — ernannt.

Dem Lehrer bei der Bauakademie, Baumeister Brandt, ist das Prädicat Professor beigelegt worden.

Ernennungen und Beförderungen.

Der Land-Baumeister Brauweiler in Cöln ist zum Bauinspector in Coblenz ernannt, ebenso

der Kreis-Baumeister Kapitzke in Ragnit zum Bauinspector in Tilsit,

der Land-Baumeister Habermann in Posen zum Wasser-Bauinspector in Schrimm,

der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Giese in Bromberg zum Mitgliede der K. Direction der Ostbahn daselbst,

der Eisenbahn-Baumeister Louis Müller, früher in Dortmund, zum Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector bei der Ostbahn in Memel,

der Eisenbahn-Baumeister Schwedler in Ratibor zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Gleiwitz,

der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector Janssen in Essen zum Mitgliede der K. Eisenbahn-Direction in Elberfeld,

der Eisenbahn-Baumeister Jungnickel in Breslau zum Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector und Vorsteher des betriebstechnischen Büreaus der K. Direction der Oberschlesischen Eisenbahn,

der Eisenbahn-Baumeister Hottenrott bei der Main-Weser-Bahn zu Frankfurt a/M. zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector,

der Kreis-Baumeister Knechtel in Wollstein zum Wasser-Bauinspector in Labiau,

der Eisenbahn-Baumeister Westphal in Habelschwerdt zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector unter Uebertragung der Functionen des Vorstehers einer Abtheilung des technischen Bau-Büreaus der K. Direction der Ostbahn zu Bromberg,

der Land-Baumeister Grau in Wiesbaden zum Bauinspector in Hanau,

der Eisenbahn-Baumeister Ballauff in Berlin zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector,

der Eisenbahn-Baumeister Tobien in Attendorn zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Ostbahn in Tilsit,

der Eisenbahn-Baumeister Taeger in Cassel zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector unter Uebertragung der Functionen des Vorstehers des betriebs- und bautechnischen Büreaus der K. Direction der Main-Weser-Bahn,

der Land-Baumeister Köhler, früher in Schleswig, zum Bauinspector in Brandenburg a/H.,

der Kreis-Baumeister Nachtigall in Düren zum Bauinspector daselbst,

der Kreis-Baumeister Höbel in Geestemünde zum Wasser-Bauinspector daselbst,

der Kreis-Baumeister Mergard in Aachen zum Bauinspector daselbst,

der Eisenbahn-Baumeister Bartels in Berlin zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn, unter Uebertragung der Functionen des Vorstehers des technischen Büreaus der K. Eisenbahn-Commission in Aachen,

der Eisenbahn-Baumeister Sperl, früher in Königsberg i/Pr., jetzt in Insterburg, zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Ostbahn, und

der Land-Baumeister Richrath in Merseburg zum Bauinspector in Swinemünde.

Anstellungen.

Der Baumeister Schneider in Berlin ist als Eisenbahn-Baumeister bei der Berliner Stadt-Eisenbahn angestellt.

desgl. der Baumeister Herm. Schmidt in Berlin;

der mit der Ausführung des Elbe-Fluthumlaufs von Dörenberg bis Gr. Lostau beschäftigte Baumeister Gravenstein ist zum Wasser-Baumeister im Ressort des K. Ministeriums für landwirthschaftliche Angelegenheiten unter Anweisung des Wohnsitzes in Magdeburg ernannt,

desgleichen der Baumeister Theune zum Wasser-Baumeister und Hilfsarbeiter bei der Oder-Strom-Verwaltung zu Breslau,

der frühere Kaiserl. Wasserbau-Bezirks-Ingenieur Thiem zum Wasser-Bauinspector in Neustadt-Eberswalde (Regierungsbezirk Potsdam),

der frühere Kurhessische Baueleve Rehm in Cassel zum Land-Baumeister unter Uebertragung der Functionen eines technischen Hilfsarbeiters bei der K. Regierung zu Cassel,

der Baumeister Genick zum Land-Baumeister in Berlin, unter Uebertragung der Functionen eines technischen Hilfsarbeiters bei der Bau-Abtheilung des K. Ministeriums für Handel etc.,

der Baumeister Hegemann zum Land-Baumeister in Schleswig,

der Baumeister Doepke zum Eisenbahn-Baumeister in Bremen,

die Baumeister Sternke zu Bromberg,
Kärger zu Graudenz,
Claus zu Bromberg,
Homburg zu Conitz, und
Linke zu Bromberg

zu Eisenbahn-Baumeistern bei der Verwaltung der Ostbahn,

der beim Bau der Bahn Berlin-Nordhausen beschäftigte Baumeister Stuertz in Potsdam zum Eisenbahn-Baumeister,

der Baumeister Horwicz in Glatz zum Eisenbahn-Baumeister bei der Verwaltung der Oberschlesischen Eisenbahn,

der Baumeister Pilger zum Eisenbahn-Baumeister bei der Verwaltung der Hannoverschen Staats-Eisenbahn unter Anweisung des Wohnsitzes in Nordhausen.

Digitized by Google

der Baumeister Mendthal zum Land-Baumeister in Königsberg i/Pr. unter Uebertragung der Verwaltung der Schloſs-Bauinspector-Stelle daselbst,
der Baumeister Brauer in Ober-Glogau zum Eisenbahn-Baumeister bei der Verwaltung der Oberschlesischen Eisenbahn,
der Baumeister Meydenbauer zum Kreis-Baumeister in Iserlohn,
der Baumeister Hasenjäger zum Land-Baumeister in Breslau,
der Baumeister Freyse zum Land-Baumeister in Cöln,
der Baumeister Heinrich zum Kreis-Baumeister in Artern,
der Baumeister Cramer zum Eisenbahn-Baumeister bei der Verwaltung der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Berlin,
der Baumeister Zastrau zum Land-Baumeister, unter Uebertragung der Verwaltung einer Bauinspector-Stelle bei der K. Ministerial-Bau-Commission in Berlin,
der Baumeister Hilgers zum Kreis-Baumeister in Liebenwerda (Reg. Bez. Merseburg).

Versetzungen.

Der Regierungs- und Baurath Hagen ist behufs Hilfsleistung in der Bau-Abtheilung des K. Ministeriums für Handel etc. von Cöslin nach Berlin versetzt.

Versetzt sind ferner:

der Regierungs- und Baurath Kricheldorff, Mitglied der Königl. Eisenbahn-Direction in Elberfeld, unter Uebertragung der Functionen des Vorsitzenden der K. Eisenbahn-Commission in Essen, von Altena nach Essen,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Janſsen, Mitglied der Königl. Eisenbahn-Direction in Elberfeld, unter Uebertragung der Functionen des Vorsitzenden der K. Eisenbahn-Commission in Altena, von Essen nach Altena,
der Kreis-Baumeister Demnitz zu Groſs-Strehlitz als Land-Baumeister nach Oppeln,
der Wasser-Bauinspector Schuster von Schrimm nach Zehdenik (Reg. Bez. Potsdam),
der Kreis-Baumeister Reinckens von Betzdorf (Reg. Bez. Coblenz) nach Jüterbog (Reg. Bez. Potsdam).
der Kreis-Baumeister Thon von Jüterbog nach Betzdorf,
der Bauinspector Wagner von Hanau nach Frankfurt a/M.,
der Eisenbahn-Baumeister Kolszewski von Kattowitz nach Ratibor,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Abraham zu Inowraclaw zur Ostbahn-Verwaltung nach Bromberg unter Uebertragung der Functionen des Vorstehers einer Abtheilung des technischen Bau-Büreaus der K. Direction,
der Eisenbahn-Baumeister Eilert in Nordhausen, unter Uebertragung der commissarischen Verwaltung einer Eisenbahn-Bauinspector-Stelle für den Bau der Bahn von Hannover nach Harburg — nach Hannover,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Bachmann in Königsberg i/Pr., unter Uebertragung der Functionen des Vorstehers einer Neubau-Abtheilung im technischen Büreau der K. Direction der Ostbahn, — nach Bromberg,
der Eisenbahn-Baumeister Beil von Bromberg nach Königsberg i/Pr. unter Uebertragung der Functionen des Vorstehers des technischen Büreaus der K. Eisenbahn-Commission daselbst,
der Eisenbahn-Baumeister Claudius zu Hannover an die K. Ostbahn nach Königsberg i/Pr.,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Schultz, früher in Altena, an die K. Ostbahn nach Bromberg,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Ehlert von Aachen nach Berlin,
der Eisenbahn-Baumeister Boisserée von Hannover nach Berlin unter Verleihung einer Stelle im technischen Büreau der Eisenbahn-Abtheilung des K. Ministeriums für Handel etc.,
der Eisenbahn-Bauinspector, Baurath Niemann von Breslau nach Bromberg, unter gleichzeitiger commissarischer Uebertragung der Functionen eines technischen Mitgliedes der bei der Direction der Ostbahn zu bildenden Abtheilung für den Bau der Eisenbahn von Wangerin nach Conitz.

Der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Rintelen in Berlin ist zur K. Direction der Oberschlesischen Eisenbahn versetzt und mit den Functionen des technischen Mitgliedes der K. Eisenbahn-Commission in Glogau betraut worden.

Der Wohnsitz des Kreis-Baumeisters Weidner ist von Rosenberg nach Creutzburg (Reg. Bez. Oppeln) verlegt.

Zur Reichsverwaltung sind übergetreten:

der Regierungs- und Baurath Wiebe in Hannover,
der Bauinspector Pavelt in Frankfurt a/M. als Regierungs- und Baurath in Straſsburg i/E.,
der Bauinspector Cuno in Coblenz,
der Schloſs-Bauinspector Wolff in Königsberg i/Pr.,
der Bauinspector Nöring in Tilsit,
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Kubale in Gleiwitz.
der Land-Baumeister Fischer in Hannover, und
der Land-Baumeister Promnitz in Breslau.

In den Ruhestand sind getreten resp. treten:

der Geheime Ober-Baurath Wiebe in Berlin,
der Baurath Lettgau in Labiau,
der Kreis-Baumeister Eggena in Schmalkalden, und
der Kreis-Baumeister Freiherr von der Goltz in Steinfurt (Reg. Bez. Münster).

Gestorben sind:

der Wasser-Bauinspector Preuſser in Bieberich,
der Kreis-Baumeister von Damitz in Frankenstein und
der Baurath Dincklage in Geestemünde.

Berichtigung.

Der in der Nachweisung der Baubeamten Heft IV — VII. S. 270 aufgeführte F. W. Schmidt ist nicht Wasser-Baumeister und commissarischer Landesmeliorations-Bauinspector, sondern bereits seit August 1873 Landesmeliorations-Bauinspector für die Provinz Hessen-Nassau.

Digitized by Google

Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

Original-Beiträge.

Kaiserliches General-Post-Amt in Berlin.

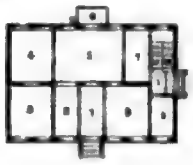
(Fortsetzung.)

Nachdem wir in dem Vorangegangenen die allgemeinen Gesichtspunkte und Bedingungen für Postbauten erörtert haben, erübrigt es nunmehr, an ausgeführten Bauten nachzuweisen, inwieweit und in welcher Art nach den verschiedenen örtlichen Verhältnissen, nach der Gröfse der Postämter und der Form und Lage der Bauplätze dieselben erfüllt werden können.

Die nachfolgenden Beispiele sind nach der Bedeutung der Orte, von den geringsten ausgehend, in welchen Postgebäude neuerdings erbaut sind, geordnet; dieselben sind sämmtlich nach Plänen des Unterzeichneten theils ausgeführt, theils noch im Bau begriffen. In Bezug auf die Entwickelung der Ansichten und der Details des in Stettin ausgeführten Neubaues hat jedoch der ausführende Land-Baumeister Endell daselbst wesentlich und selbstthätig mitgewirkt. Aus der Zusammenstellung der sämmtlichen nachfolgenden Beispiele dürfte einmal hervorgehen, wie vielfältig verschiedene Aufgaben von der Postverwaltung gestellt werden müssen, ferner aber auch, dafs wegen der Lage und Form der Grundstücke, wegen der Verschiedenheiten der Terrains, sowie der angrenzenden Grundstücke oder Strafsen, so mannigfaltige Anlagen und Grundrisse entstehen, dafs es unmöglich ist, ein allgemeingültiges Schema selbst für Postgebäude in gleich grofsen Städten oder für ähnliche Aemter aufzustellen, vielmehr jede Anlage individuell behandelt werden mufs.

Wenn wir in der Reihenfolge mit der Betrachtung der einfachsten Anlage für eine „Postagentur" beginnen, so sehen wir für dieselbe keine besonderen baulichen Einrichtungen nothwendig. Gewöhnlich dient ein einziges Zimmer zur Annahme, Ausgabe, Abfertigung, Dekartirung u. s. w.

1. Das Post-Amtsgebäude in Rastenburg zeigt die Einrichtung für eine verhältnifsmäfsig kleine Stadt von 5931 Einwohnern.*) Dasselbe wird nach vorgeschriebenem Plane von einem Privat-Unternehmer in diesem Jahre errichtet und ist von der Postverwaltung auf eine Reihe von Jahren angemiethet. Es sind in Rastenburg 5 Beamte und 11 Unterbeamte beschäftigt. Das zugehörige Grundstück liegt unweit des Marktplatzes der Stadt.

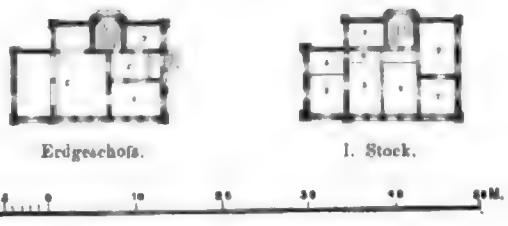


In dem nebenstehenden Grundrifs**) stellt 1 den vorschriftsmäfsigen Vorflur, 2 die heizbare Schalterhalle, 3 die Brief-Annahme und Ausgabe, 4 die Abfertigung und Dekartirung, 5 die Packkammer nebst Ladeperron 6, 7 das Vorsteherzimmer, 8 die Passagierstube, 9 eine Druckformularkammer und endlich 10 die Treppe zur Dienstwohnung für den Amtsvorsteher dar, welche sich im oberen Stockwerke befindet.

*) Bei Angaben der Einwohnerzahl ist hier die Zählung vom December des Jahres 1871 zu Grunde gelegt.

**) Dieser, wie die folgenden Grundrisse sind in dem Maafsstabe 1 : 750 gezeichnet.

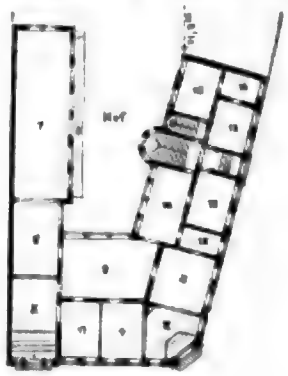
2. Die Post-Expedition auf dem Bahnhofe Dirschau, hauptsächlich zum Umladen von Päckereien der verschiedenen hier zusammentreffenden Bahnen, also für den Transitverkehr bestimmt, ist in den Jahren 1873/74 auf Kosten des Reichs, übrigens aber auf Grund und Boden der Königl. Eisenbahnverwaltung erbaut.



1 : 750.

In dem Grundrifs des Erdgeschosses, in welchem die Post-Expedition untergebracht ist, bezeichnet 1 den Flur, 2 das Schalterzimmer, 4 die Annahme-Expedition, 6 die Packkammer und 5 ein Wachtzimmer, da unter den dortigen Verhältnissen der Verkehr ebenso des Nachts als bei Tage stattfindet. 3 ist die Treppe mit besonderem Zugang zum 1sten Stockwerk, in welchem ein Filial des Eisenbahn-Post-Amts, 7, 7, sowie im Uebrigen, 8, 8, die Wohnung des Vorstehers sich befindet. Die Baukosten betrugen 49371 Mark.

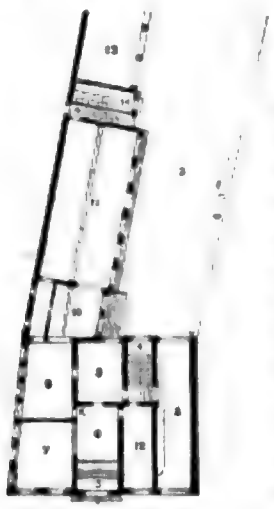
3. Das Post-Amtsgebäude in Grüneberg in Schlesien ist 1869—71 errichtet und trotz der verhältnifsmäfsig geringen Einwohnerzahl von 12625 wegen des sehr erheblichen Packetverkehrs besonders zur Zeit der Weinernte ziemlich bedeutend. Es sind dort 8 Beamte und 13 Unterbeamte beschäftigt. Die Plananlage bot deshalb gröfsere Schwierigkeiten, weil die kurze Seite als am Marktplatze gelegen zur Hauptfront gemacht werden mufste, im Uebrigen aber die Baustelle eine sehr beschränkte Tiefe zeigt. In dem Grundrifs ist auf der stumpfen Ecke der Vorraum, 2 die Brief- und Geld-Schalterhalle, 3 zugehörige Annahme, 4 die Ausgabe, ferner 5 die Schalterhalle für die Packet-Annahme und Ausgabe 6, 7 die Packkammer mit Ladeperron 8, 9 die Dekartirung, 10 die Abfertigung, 11 ein Zimmer für die Telegraphie, 12 ein Wachtzimmer, 13 das Zimmer des Post-Amtsvorstehers, 14 Passagierzimmer, 15 das Briefträgerzimmer und 16 endlich ein disponibel gehaltener Raum. Eine Haupt- und eine Nebentreppe vermitteln den Zugang zum 1sten Stock-



Digitized by Google

werk, in welchem die Amtsvorsteherwohnung sowie 2 Unterbeamtenwohnungen untergebracht sind. Das Grundstück ist reichseigen und hat der Bau die Summe von rund 91900 Mark erfordert. Die Ansichten sind in den Architekturtheilen von Sandstein, in den Flächen geputzt hergestellt.

4. Das Post-Amtsgebäude in Düren, einer Stadt von 12850 Einwohnern, ist auf Reichskosten in den Jahren 1872/73 errichtet und gewährt Raum für 11 Beamte sowie 19 Unterbeamte. Das zugehörige Grundstück liegt innerhalb der Stadt und war seit längerer Zeit Eigenthum der Postverwaltung. Der hier dargestellte Grundrifs des Erdgeschosses zeigt eine langgestreckte, von 3 Seiten zwischen Nachbar-Grundstücken eingebaute Anordnung. Die Ausführung hat 100200 Mark gekostet und ist die Vorderansicht in den Flächen aus Ziegelrohbau, im Uebrigen in Sandstein ausgeführt; die Hinterfronten sind durchweg in Ziegelrohbau gehalten. 1 stellt die Freitreppe des Haupteingangs von der Strafse aus vor, 2 die Durchfahrt nach dem Posthofe 3, 5 den Vorflur, 6 die Schalterhalle, 7 die Brief- und Geld-Annahme und Ausgabe, 8 das Vorsteherzimmer, 9 die Abfertigung und Dekartirung, 10 den Schalterraum für den Packetverkehr, 11 die Packkammer nebst Verbindungsgang. In letzterer ist keine besondere Expedition angelegt, da bei kleineren Aemtern häufig nur Unterbeamte verkehren, an welche die Packete eingeliefert werden. Die Frankirungsgeschäfte und dergl. werden in diesem Falle von den Beamten in der Abfertigung 9 am Schalter erledigt. — Uebrigens ist noch das Passagierzimmer 12, die Wagenremise 13 von ca. 20^{m} Länge und der Abort bei 14 zu erwähnen.



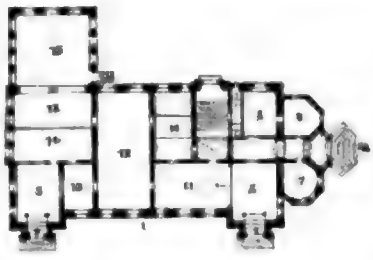
5. Das Post-Amtsgebäude zu Merseburg. Durch besonders günstige Umstände gelang es, das alte, auf sehr beschränkter Baustelle befindliche Postgebäude zu veräufsern und dafür ein viel günstiger, nahe am Bahnhof belegenes sehr grofses Terrain für einen billigen Preis anzukaufen. Dieser Bauplatz ermöglichte eine ganz freie Entwickelung des Planes, sowie die Anlage eines grofsen Posthofs und Gartens.

Von der höchst geräumigen Schalterhalle 5 gelangt man von der Bahnhofstrafse rechts vorn zur Brief- und Geld-Annahme und Ausgabe 12, hinten zur Packet-Expedition 19; 13 ist die Abfertigung, 14 die Dekartirung, 15 das Briefträger-Zimmer, 16 die Transitpackkammer mit Ladeperron und mit Treppe und Fahrstuhl 17 nach der Reserve-Packkammer darunter, 18 die Local-Packkammer. Ferner ist ein Wachtzimmer 8, ein Actenzimmer 9, das Vorsteherzimmer 10 mit dem Assistentenzimmer 11, sowie ein Lampenzimmer 20 und das Passagierzimmer 21 vorgesehen. In den beiden oberen Geschossen, die Dach-Etage eingeschlossen, sind Dienstwohnungen für mehrere Beamte und Unterbeamte angelegt.

Der Bau ist in allen Fronten in Ziegelrohbau und Rundbogenstyl mit Anwendung von Terracotten aus den Greppiner Thonfabriken in rothgelber Farbe durchgeführt. Ueber dem Treppenhause im rechten Flügel erhebt sich ein Uhrthurm, der mit den übrigen Fialen und Eckthürmchen der Architektur sich der malerischen Ansicht der Stadt und Burg harmonisch anschliefst. Die Kosten des soeben erst vollendeten Baues werden ca. 224630 Mark betragen. Im Vergleich zu der Einwohnerzahl von 13364 Personen, sowie der Anzahl von 8 Beamten und 16 Unterbeamten dürften die Kosten hoch erscheinen. Es kommt aber dabei in Betracht, dafs der Plan so umfangreich gefafst ist, um auf lange Zeit hinaus den sich immer mehr entwickelnden Verkehrsverhältnissen zu genügen, während knapp bemessene Neubauten durch fortwährende Erweiterungen schliefslich viel theurer zu stehen kommen.

6. Post-Amtsgebäude zu Göttingen. Dasselbe liegt hart am Bahnhofe und wird auf Reichskosten von der Eisenbahnverwaltung nach dem Plane des Unterzeichneten errichtet. Die Ausführung der Fronten ist durchweg in Haustein und zwar im Quaderbau des Florentinischen Renaissancestyls erfolgt, die Baukosten betragen ca. 158900 Mark. Die Plananlage bot insofern Schwierigkeiten dar, als das Gebäude in seiner Hauptfront nach der Ortslage unzweifelhaft senkrecht zum grofsen imposanten Bahnhofsgebäude angeordnet werden mufste, so dafs die diagonale Hauptstrafse an der Plananlage ungefähr im Winkel von 45 Grad vorbeischneidet. Es sind hierdurch die Achteckbauten 6 und 7, sowie die Freitreppe davor entstanden.

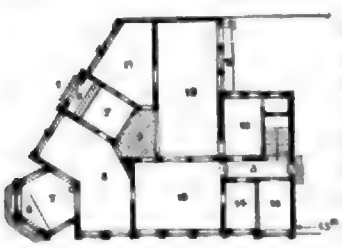
Göttingen hat 15840 Einwohner und beschäftigt 13 Beamte und 23 Unterbeamte. Die Vertheilung der Räume gestaltet sich folgendermafsen: Bei 1 liegt ein grofserer dreieckiger Vorgarten, bei 1a führt die Strafse nach der Stadt schräg vorüber. 2, 2 sind Vorflure, 5, 5 die Schalterflure, rechts für den Brief-, links für den Packetverkehr, 11 ist Brief- und Geld-Annahme und Ausgabe, 12 Abfertigung und Dekartirung, 10 Briefträgerzimmer, 13 Zimmer für den Vorsteher der Packkammer, 14 Packet-Annahme und Ausgabe, 15 Packkammer. Unter der letzteren befindet sich eine Reserve-Packkammer, welche mittelst eines Tunnels mit dem Inselbahnhofe unter den Schienengeleisen verbunden ist. Ferner ist das Amtsvorsteherzimmer bei 8, ein Assistentenzimmer bei 6 und Passagierzimmer bei 7 vorgesehen. Im obern Stockwerk sind die Dienstwohnungen des Vorstehers,



Digitized by Google

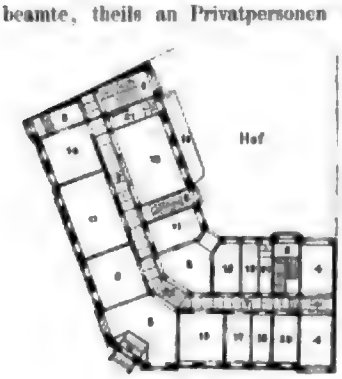
eines nachgeordneten Beamten, sowie diejenige eines Unterbeamten angeordnet.

7. Das Post-Amtsgebäude zu Witten. Nicht fern vom Bahnhofe liegt die ziemlich beengte und spitzwinkelige Baustelle, auf welcher der schon seit längerer Zeit entworfene Bau nunmehr zur Ausführung kommt. In Witten sind bei 16450 Einwohnern 9 Beamte und 19 Unterbeamte im Postdienst beschäftigt.

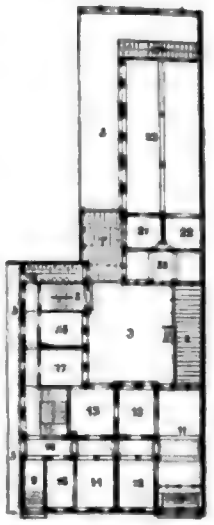


Die Geschäftsräume sind demgemäfs in folgender Weise vertheilt: 6, 6 sind Vorflure, 7, 7 Schalterhallen, 8 Expeditionslocal, 9 Oberlicht, 11 Packet-Annahme und Ausgabe, 12 Packkammer mit Ladeperron 13, 10 Abfertigung und Dekartirung, 14 Vorsteherzimmer, 16 Passagierstube, 15 Briefträgerzimmer, endlich 5 Corridor mit dem Ausgang nach dem Posthof. Für die Ausbildung der Ansichten soll in den Flächen Rohziegelbau, für die Architektur Sandstein in Anwendung kommen. Die Baukosten sind auf ca. 150000 Mark veranschlagt.

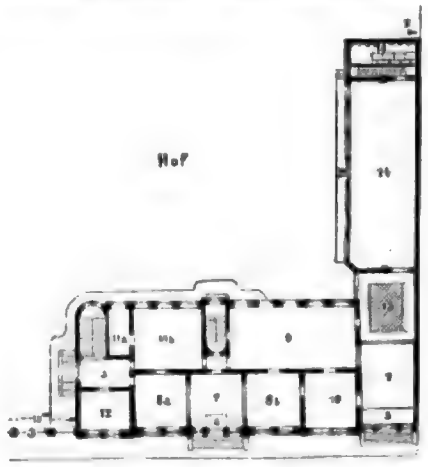
8. Das Post-Amtsgebäude zu Schweidnitz. Im Post-Amt zu Schweidnitz sind 12 Beamte und 22 Unterbeamte beschäftigt, obgleich die Einwohnerzahl nur 17200 beträgt, also wenig mehr als in Witten. Es spricht dies für den bedeutenden Verkehr daselbst. Die Postverwaltung besitzt hier kein eigenes Grundstück, hat vielmehr erst in neuester Zeit mit einem Privatunternehmer einen Miethscontract mit Vorkaufsrecht abgeschlossen, wonach das Gebäude nach vorgeschriebenem Plane und unter bauamtlicher Aufsicht ausgeführt werden mufs. Um einen höheren Zins zu erzielen, werden 2 Stockwerke aufgesetzt und theils an Postbeamte, theils an Privatpersonen vermiethet. Das Gebäude selbst ist ein ziemlich umfangreiches und enthält: eine geräumige Schalterhalle 8, 8, incl. Oberlicht 22 für den mittleren Theil derselben und die oberen Corridore, sowie den Vorflur 5, ferner die Brief- und Geld-Annahme 9, die entsprechende Ausgabe 10, die Packetannahme 11, mit der Packkammer 15 nebst Ladeperron 16, ferner eine besondere Postanweisungs-Expedition 12, die Abfertigung und Dekartirung 13, das Briefträgerzimmer 14, das Vorsteherzimmer 17, das Wachtzimmer 19, Druckformularzimmer 18, endlich 20 die Passagierstube und 21 Closets. 4 ist Durchfahrt, 5 Flur, 7 Corridore und 6 Treppen.



9. Das Post-Amtsgebäude in Wesel. In der Stadt Wesel sind bei 19000 Einwohnern 14 Beamte und 24 Unterbeamte im Postdienste angestellt. Es war äufserst schwer, in der durch den Festungsgürtel eng zusammengedrängten Stadt ein geeignetes Grundstück zu ermitteln. Endlich gelang es, mit der Verwaltungsbehörde der Stadt ein Abkommen zu treffen, wonach die Letztere übernahm, ein geeignetes Grundstück zu erwerben, darauf ein Postgebäude nach vorgeschriebenem Plane zu erbauen und an die Postbehörde zu vermiethen, während letzterer das Kaufsrecht für einen festen Preis auf lange Zeit hinaus gewahrt blieb. Das an einer der besten Straßen daselbst belegene Grundstück ist beiderseits von Nachbargrundstücken eingeschlossen, hat aber hinten eine Front nach einer Nebenstrafse, von welcher aus die Zufahrt 4 zum Hofe stattfindet. In Folge der bedeutenden Raumanforderungen mufste das Grundstück zum grofsen Theil bebaut werden, so dafs nur zwei verhältnifsmäfsig kleine Höfe 3, 3 übrig geblieben. 9, 9 bilden die Vorflure, 11 die Schalterhalle mit den Brief- und Geldschaltern links, und durch die Glashalle 6 mit der Packetschalterhalle 20 in Verbindung gesetzt. 12 ist Annahme, 13 Ausgabe, 14 Abfertigung, 15 Dekartirung, 16 das Postdirector-, 17 das Briefträgerzimmer, 18 die Passagierstube, 19 Closets, 21 Zimmer für den Vorsteher der Packkammer, 22 Wiegeraum, 23 Packkammer nebst glasüberdecktem Perron 24, endlich 7 eine beiderseits offene, oben mit Glas überdeckte Halle zum Unterstellen der Handkarren etc. Die Ausführung des Gebäudes hat in diesem Jahre begonnen.



10. Das Post-Amtsgebäude in Hagen. Das neue, soeben vollendete Postgebäude in Hagen, einer Stadt von 19180 Einwohnern, ist auf einem geräumigen, auf drei Seiten von Nachbargrundstücken eingeschlossenen, ungefähr auf der Mitte des Weges vom Bahnhofe nach dem Mittelpunkte der Stadt gelegenen Grundstücke nach einem älteren Plane des Unterzeichneten errichtet. In dem betr. Amt sind 21 Beamte und 38 Unterbeamte beschäftigt. Der rechtwinkelige Platz machte eine ziemlich regelmäfsige Anlage möglich.

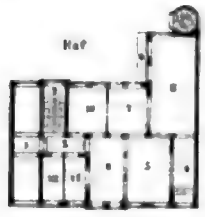


In der Mitte des 2 Etagen hohen Hauptgebäudes betritt das Publicum durch den Vorflur 5 die Schalterhalle 7; 8a und 8b sind Brief- und Geld-Annahme und Ausgabe, 9 die

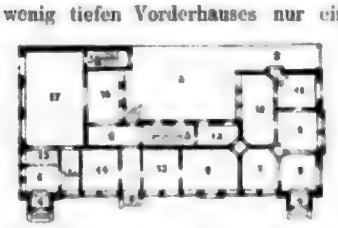
Digitized by Google

Abfertigung und Dekartirung, 11a und 11b Zimmer für die Land- und Stadt-Briefträger, 10 das Zimmer des Postdirectors, 12 Passagierstube. In dem nur 1 Geschofs hohen, rechtsseitigen Anbau gelangt man durch den Vorflur 5 nach der Packet-Schalterhalle 7, neben welcher die durch ein grofses Oberlicht 13, sowie ein breites Seitenfenster erhellte Packet-Annahme und Ausgabe den Verkehr nach der Packkammer 14 nebst Perron 16 vermittelt. Bei 15 sind die Closets etc. untergebracht.

11. Das Post-Amt zu Königshütte. Trotz der grofsen Einwohnerzahl der Stadt Königshütte von 19610 Personen ist das Post-Amt daselbst verhältnifsmäfsig klein, es beschäftigt nur 7 Beamte und 10 Unterbeamte. Das Gebäude wird von einem Privatunternehmer errichtet und von der Postverwaltung auf eine Reihe von Jahren angemiethet. Die Anlage ist nicht gerade umfangreich, entspricht aber allen neueren Bestimmungen und Anforderungen. 4 bildet den Vorflur, 5 die Halle mit Schaltern nach der Brief- und Geld-Annahme 6, der Ausgabe 7, der Packkammer 8. Die Abfertigung und Dekartirung ist bei 10, der Amtsvorsteher in 11, die Briefträger in 12 untergebracht. 2 zeigt die Haupttreppe, 2a die Nebentreppe und endlich 1 die Durchfahrt nach dem ziemlich beschränkten Hofe.



12. Das Post-Amtsgebäude zu Neifse ist in den Jahren 1871—1873 für den Preis von 120465 Mark innerhalb der Stadt erbaut, welche ca. 19740 Einwohner zählt und für ihren Postbetrieb 18 Beamte und 32 Unterbeamte in Anspruch nimmt. Das Grundstück erhielt dadurch aufser 2 kurzen Fronten eine dritte Längsfront, dafs ein dort vorhandener Stadtgraben von der städtischen Verwaltung überwölbt und zur Strafse eingerichtet wurde, so dafs es nunmehr nur an einer Seite von Nachbargrundstücken begrenzt wird. Die geringe Ausdehnung der Baustelle zwang zu einer sehr umfangreichen Bebauung, und ist deshalb trotz des wenig tiefen Vorderhauses nur ein verhältnifsmäfsig kleiner Posthof 3 mit Durchfahrt 2 übrig geblieben. Im Uebrigen vermitteln die Vorflure 4, 4 nebst Schalterhallen 6, 6 den Verkehr des Publicums rechts zu den Brief- und Geld-, links zu den Gepäck-Expeditionen. 7 ist die Brief-Annahme und Ausgabe, 8 die hier selbstständig behandelte Geld-Annahme und Ausgabe, 10 Dekartirung, 11 Briefträgerzimmer, 9 Abfertigung, 12 Wachtzimmer, 13 Vorsteherzimmer. Darauf folgt ein besonderer Flur als Eingang zur Haupttreppe 5, 15 Packet-Annahme, 15a Zimmer für den Vorsteher der Packkammer, 17 Packkammer nebst 16 Packet-Ausgabe. Die Verladung der Packete geschieht hier von der wenig Verkehr aufnehmenden Strafse aus an der linken Giebelseite des Gebäudes. Bei 5a ist eine Nebentreppe vorgesehen. Im obern Stockwerk ist eine Dienstwohnung für den Amtsvorsteher in Verbindung mit beiden Treppen und eine Unterbeamtenwohnung von der Nebentreppe aus zugänglich angelegt. Die Ausführung der Fronten des Gebäudes hat theils in Sandstein, theils in Putzbau stattgefunden.



13. Post-Amtsgebäude zu Nordhausen. Die aus 4 alten Grundstücken innerhalb der Stadt Nordhausen zusammengekaufte Baustelle für das neue Posthaus hat 2 Strafsenfronten, welche in einem beinahe rechten Winkel zusammenstofsen, und ist im Uebrigen von Nachbar-Grundstücken eingeschlossen. An der Ecke war durch die festgesetzte Bauflucht eine Abschrägung verlangt. Die Herstellung des neuen Gebäudes soll in diesem Jahre beginnen. Der Postverkehr ist in Nordhausen, einer Stadt von 21464 Einwohnern, so bedeutend, dafs nicht weniger als 25 Beamte und 39 Unterbeamte daselbst beschäftigt werden. Es erschien am zweckmäfsigsten, den Eingang für das Publicum von der abgestumpften Ecke aus anzunehmen und bildet 3 den Vorflur, in welchem gleichzeitig die Stufen zur Ersteigung des Erdgeschosses angebracht sind.

An diesen Vorflur schliefst sich die geräumige Schalterhalle 6 für den ganzen Postverkehr, soweit er das Publicum betrifft. Letzteres gelangt von hier aus nach den Schaltern der Brief-Annahme und Ausgabe 7, der Geld-Annahme und Ausgabe 8, sowie der Packet-Annahme und Ausgabe 9, endlich durch den Corridor 5 nach dem Passagierzimmer 14, nachdem das Billet gelöst und das Passagiergepäck abgegeben.

Im Anschlusse an genannte Räume sehen wir die Abfertigung und Dekartirung 10, das Briefträgerzimmer 15, die Local-Packkammer 11, sowie die Transit-Packkammer 12 nebst Ladeperron 13 zum Ein- und Ausladen der Packete auf dem Hofe 2. 16, 17 und 19 sind die Räume für den Amtsvorsteher, die Kassenverwaltung und die Registratur desselben, 18 ist ein Wachtzimmer. Auf dem Hofe wird ein Remisengebäude 21 für Postwagen, sowie eine Abtrittsanlage 22 nebst Asch- und Mülligrube 23 errichtet. Hinter der Remise bleibt noch ein kleiner Garten 24 übrig.

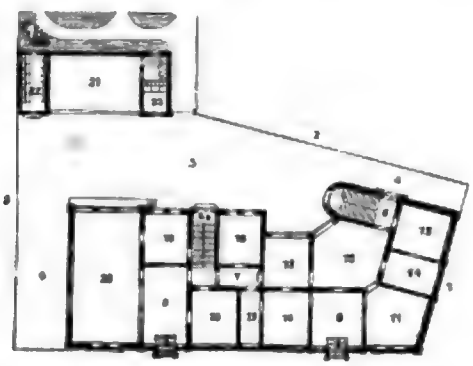
Das obere Stockwerk sollte nach dem ersten Plane die Wohnung des Amtsvorstehers, ferner diejenige eines Unterbeamten und einige Reservezimmer für eine etwaige Erweiterung der Postdienstbedürfnisse enthalten, und sich nicht über die ganze Packkammer erstrecken. Neuerdings ist hoher Verfügung zufolge über der letzten auch ein Stockwerk mit besonderer neu angelegter Zugangstreppe behufs Unterbringung der nöthigen Räume für den Telegraphenverkehr zu errichten in Aussicht genommen. — Die architektonische Ausbildung der Fronten des Gebäudes ist im Style des modernen Rohziegelbaues unter Anwendung von gebrannten Thonverzierungen gedacht. Für die Erheizung der Räume soll eine

Digitized by Google

Wasserheizung nach dem System des Niederdrucks angelegt werden. Die Baukosten sind noch nicht festgestellt.

14. Das Post-Amtsgebäude zu Bielefeld. Trotz einer Einwohnerzahl von ca. 22000 Menschen und trotz des immerhin regen gewerblichen Verkehrs in Bielefeld sind im Post-Amt daselbst nur 18 Beamte und 26 Unterbeamte, also ungleich weniger als z. B. in Nordhausen beschäftigt.

Das neu angekaufte Grundstück liegt an dem schön bewachsenen Jahnsplatze und an der nach dem Bahnhofe führenden Strafse, und zeigt einen sehr stumpfen Winkel zwischen beiden Baufluchten. Die kürzere Front liegt nach dem Platze zu neben dem neuen, in sehr reichem Renaissancestyl von Raschdorff errichteten Gebäude der Westfälischen Bank mit steilem französischen Dache. Es war daher erwünscht, das neue Postgebäude mit demselben in möglichste Harmonie zu setzen. Deshalb sind die Baumassen derart abgewogen, dafs die beiderseitigen Hauptgesimse und Firsthöhen der steilen Dächer sich entsprechen. Das Störende des stumpfen Winkels ist durch einen daselbst ausgekragten runden Thurm im Styl der französischen Schlofsbauten beseitigt worden. Entsprechende Thürme schliefsen der Symmetrie wegen auch die andern Gebäude-Ecken ab. Die Ausführung der Architektur geschieht in gelben Quadern, mit Ausfüllung der Fläche durch Rohziegelbau.

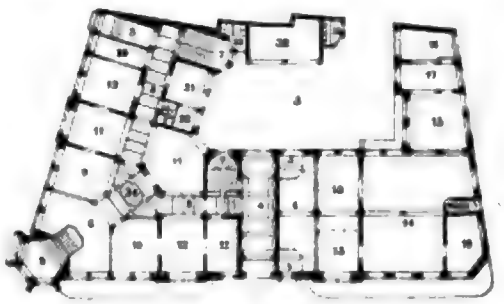


Die Anordnung des Grundrisses hat dem ziemlich langen, aber verhältnifsmäfsig wenig breiten Grundstücke gemäfs in der Art stattgefunden, dafs zwei Durchfahrten 3 und 4 den Verkehr nach dem Posthofe 5 vermitteln. Von der einen, neben der kürzeren Front, führt ein besonderer Eingang zur Haupttreppe 6 für die oberen Stockwerke. Die Nebentreppe 6a ist vom Hofe aus zugänglich. Für das Publicum sind hier wiederum zwei Schalterhallen 9, 9, jede mit Vorflur 8, 8, angelegt, davon dient die Anlage rechts für den Brief- und Geld-, links für den Packet-Verkehr. An diese Hallen schliefsen sich ferner rechterseits an die Annahme 10, die Ausgabe 11, nebst Abfertigung 12 und Dekartirung 13, davor das Briefträgerzimmer 15 und neben diesem ein Zimmer für den Cassirer resp. Aufsichtsbeamten 14. Links ist hinter der Schalterhalle die Packet-Annahme und Ausgabe 19, und diesen Räumen zur Seite neben der Durchfahrt die Packkammer 20 mit Perron 24. Das Passagierzimmer 16 und das Vorsteher- nebst Assistentenzimmer 17 und 18 liegen rechts von der zuletzt gedachten Schalterhalle. Auf dem Hofe endlich ist ein Remisengebäude 21 nebst getrennten Closetanlagen für Männer und Frauen, 22 und 23, zu errichten beabsichtigt.

Im ersten Stockwerk sollen Dienstwohnungen für den Amtsvorsteher und einen nachgeordneten Beamten, im Mansardengeschofs 3 Unterbeamtenwohnungen eingerichtet werden. Der Neubau ist in der Fertigstellung begriffen und ist auf 219276 Mark veranschlagt.

15. Das Post-Amtsgebäude in Mainz. Der Stadt und Festung Mainz waren trotz ihrer erheblichen Einwohnerzahl von 53918 Personen durch die Befestigungen enge Grenzen gezogen, und nur durch Wahrnehmung besonders günstiger Umstände gelang es der Postverwaltung, mehrere an das alte Grundstück am Brandplatz anstofsende Gebäude anzukaufen, um einen Neubau beginnen zu können. Das Post-Amt daselbst beschäftigt 51 Beamte und 76 Unterbeamte und zeichnet sich durch das Bedürfnifs einer besonderen geräumigen Packet-Ausgabe für die Soldaten aus. Alle anderen, nicht an die letzteren gerichteten Packete werden bestellt, d. h. an die Adressaten abgefahren. Das alte Gebäude, an welches sich noch historische Erinnerungen knüpfen, lag am Brandplatze, wohin auch jetzt noch die Hauptfaçade hinweist. Die übrigen Seiten werden meist von engen Strafsen oder von Nachbargebäuden begrenzt. Nur in der Mitte der Längsfront sieht man eine platzartige Erweiterung der Nebenstrafse. Um letztere einigermaafsen den berechtigten Anforderungen an Licht und Luft entsprechend zu verbreitern, hat die Postverwaltung die Front dort durchweg um ca. 2 m gegen die alte Bauflucht zurückgerückt. Der spitze Winkel des Grundstücks an der rechten Ecke des Brandplatzes ist durch die Anlage eines 6eckigen Uhrthurmes, welcher im Grundrifs den Vorflur 5 für das Publicum bildet, gelöst. Die Architektur ist streng romanisch in violetten Quadersteinen mit Ausfüllung der gröfseren Flächen in sauber gefugtem Rohziegelbau von dunkelgelblichen Steinen durchgeführt.

In Bezug auf die Anordnung der Räume hat hier auch eine Trennung des Packet- von dem Brief-Verkehr stattfinden müssen.

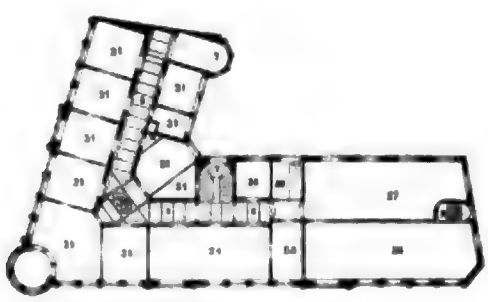


Erdgeschofs.

So liegt neben der von der stumpfen Ecke aus zugänglichen Schalterhalle 6 links die Annahme 9 und rechts die Ausgabe 10 von Briefen und Geld. Die diese umgebenden Räume 11 und 12 mit einem Theil des Corridors 8 bilden die Abfertigung und Dekartirung, und hieran schliefsen sich im Vorderhause am Brandplatze an: die Zimmer des Postdirektors nebst Assistenten 19 und 20, das Passagierzimmer 21, eine Toilette 22, Closets und endlich ein Privatflur als Eingang zur oberen Wohnung des Postdirectors. In der Mitte der Langfront befindet sich ferner eine Durchfahrt nebst einer zweiten Treppe und rechts davon die Packet-Expedition, welche hier von ungewöhnlicher Bedeutung ist.

Digitized by Google

und eine eigene Verwaltung nöthig machte. Hierbei bildet 6 die grofse Schalterhalle zur Auflieferung der Packete mit den beiden Eingangs- und Ausgangsfluren 5, 5 neben der Durchfahrt, 13 die Annahme-Expedition für Packete, 14 die Packkammer, 16 einen Raum für Werthpackete, 15 die Local-Packkammer nebst Perron 34, endlich 17 die Soldaten-Packetannahme und 18 den Raum für die abholenden Soldaten, auch als Nothdurchfahrt zu benutzen. Auf dem Hofe befindet sich endlich ein Remisengebäude 32, sowie Privetanlage 33. Zur Erweiterung der Packkammer ist eine sehr geräumige Reserve-Packkammer im Kellergeschofs eingerichtet und gegen das Hochwasser des Rheins, welches zu Zeiten bis mitten auf den Brandplatz übergetreten ist, mittelst Cementlagen und Luftschichten gedichtet.

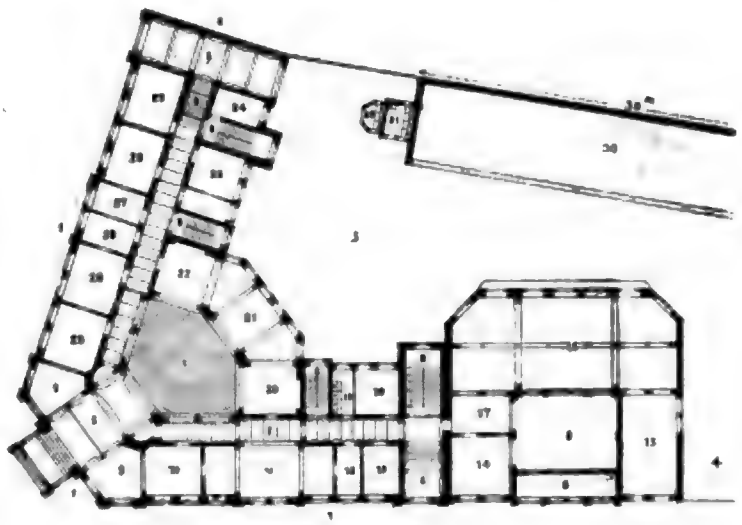


I. Stockwerk.

Zur Bearbeitung der Packete sind im ersten Stockwerke, durch eine Diensttreppe 7a mit der Packkammer verbunden, die Fahrpost-Abfertigung 26 und die Fahrpost-Dekartirung 27 angelegt. Bei 24 ist der grofse Briefträgersaal, 25 ein Zimmer für den Cassirer, 30 das Dienstwachtzimmer, 29 ein Zimmer für das Lampenputzen, daneben endlich ein Privet angeordnet. Die übrigen Räume, mit 31 bezeichnet, bilden die Wohnung des Postdirectors, während in einem Kniestock mit Zwerggalerie resp. in den steilen Giebeln mehrere Unterbeamten-Dienstwohnungen vorgesehen werden konnten. Die ganze Anlage ist soeben fertig geworden und hat rund 450000 Mark gekostet.

16. Ober-Post-Direction und Post-Amtsgebäude zu Stettin. Wie in allen von Festungswerken eingeschlossenen Städten wäre auch in Stettin eine Vergrölserung des alten, im Besitze der Postverwaltung befindlichen Grundstücks wegen der engen Bebauung nur mit unverhältnifsmäfsigen Kosten zu ermöglichen gewesen. Es wurde deshalb das alte Gebäude gegen eine dem Militärfiscus gehörige, durch Abtragung eines alten Bastions disponibel gewordene Baustelle vertauscht und für dieselbe der Umbau entworfen. Dabei war in Betreff des postalischen Verkehrs zu berücksichtigen, dafs in Stettin bei einer Einwohnerzahl von 76250 allein 28 Beamte und 3 Unterbeamte der Ober-Post-Direction und aufserdem 49 Beamte und 91 Unterbeamte des Post-Amts beschäftigt sind. — Die Form des Grundstücks zeigt ein unregelmäfsiges Viereck und mufste der Haupteingang, der Lage der Alt- und Neustadt von Stettin entsprechend, nach der stumpfen Ecke verlegt werden, wobei freilich die Hauptansicht nicht dem Bahnhof zugewendet werden konnte. Auch hier ist eine Vereinigung aller Schalterstellen von einem Haupteingang an der stumpfen Ecke erzielt worden, nur für den Päckereiverkehr mufste ein besonderer niedriger Gebäudetheil mit einem grofsen Flur für das Publicum, den Packet-Annahme- und Ausgabe-Expeditionen und der eigentlichen Packkammer angelegt werden. Unter der letzten ist im Kellergeschofs, wie gewöhnlich bei gröfseren neuen Postbauten, in der ganzen Gröfse eine Reserve-Packkammer für aufserordentliche Frequenz wie zur Weihnachtszeit vorgesehen.

Obgleich das Gebäude einen verhältnifsmäfsig grofsen Umfang hat, war es dennoch nöthig, wichtige Zweige des Post-Amts in das obere Geschofs zu verlegen, wie den Briefträgersaal 3 und die Dekartirung 4 daselbst.



Erdgeschofs.

Im Grundrifs des Erdgeschosses bedeutet: 1, 1 die Strafsen, welche das Grundstück auf 3 Seiten begrenzen, 3 die Durchfahrt, 4 eine Ausfahrt, 5 den Posthof, 6 Vestibüle, 7 Corridore, 8 Haupt- und Nebentreppen, 9 Schalterhallen für die Brief-Ausgabe 21, die Brief-Annahme 20, ferner die Geld-Ausgabe 29 und die Geld-Annahme 10, die Packet-Ausgabe und Annahme 14 und 15, die Packkammer 16. Vor derselben inmitten der Anlage befindet sich der Waageraum 17, ferner die Packet-Abfertigung 11, das Zimmer für den Vorsteher der Abfertigung 12 und für

I. Stockwerk.

Digitized by Google

Druckmaterialien 13. Bei 19 sind Closetanlagen vorgesehen. Es folgt die Zeitungsexpedition 22, das Baubüreau 28, das Zimmer des Postdirectors nebst Vorzimmer 26 und 27, dasjenige des Cassirers 23, endlich die Kanzlei und Registratur 25, ein Utensilienzimmer 24 und Closets für Männer 31 und Frauen 32, sowie Remisen 30.

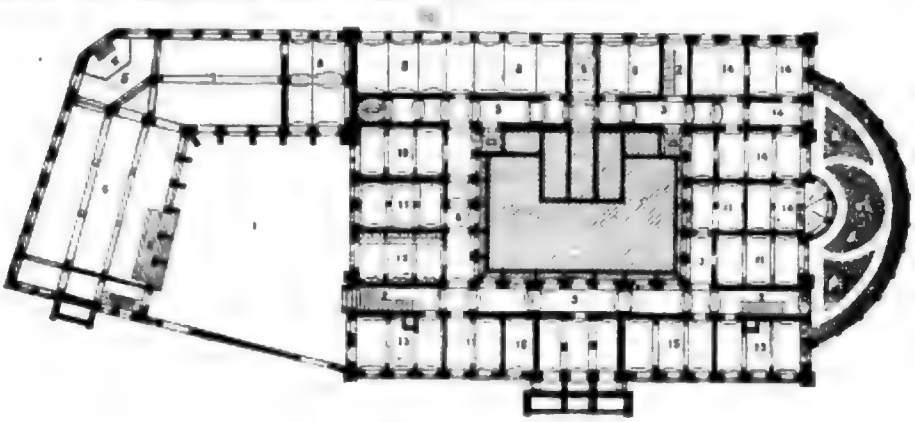
Aufser den obenerwähnten Räumen des ersten Stockwerks, welche für das Post-Amt in Anspruch genommen werden, befinden sich daselbst die Diensträume der Kaiserl. Ober-Post-Direction, nämlich: ein Zimmer für die Aufsichtsbeamten 5, ferner für expedirende Beamte die Zimmer 6, für den Postrath 7 und desgleichen für den Ober-Post-Director 9, beide mit gemeinschaftlichem Vorzimmer 8. Ferner ist hier 10 Kanzlei, 11 Journal und Registratur, 12 Calculatur, 13 Ober-Postkasse, 15 Utensilien- und 16 Closetraum.

In dem zweiten Stockwerk sind die Dienstwohnungen für den Ober-Post-Director und den Post-Amts-Director, sowie eine solche für einen nachgeordneten Beamten, im hohen Kniestock darüber ferner Räume zur Aufbewahrung von Feldpostgegenständen, mehrere Wohnungen für Unterbeamte u. dergl. vorgesehen.

Bei der Ausführung stellte sich ein derartig ungleichmäfsiger und unverläfslicher Baugrund heraus, dafs zur Anlage eines Pfahlrostes geschritten werden mufste.

Die Ausbildung der Ansicht der Gebäude hat in modernem Terracottenbau hellrother Farbe stattgefunden. Besondere Sorgfalt ist auf die innere architektonische Ausschmückung des Geckigen Oberlichtraumes für das Publicum verwandt. Zur Erwärmung des ganzen Gebäudes dient eine Warmwasserheizung nach dem System des Niederdrucks. Das Gebäude ist soeben vollendet worden und belaufen sich die Kosten incl. Befestigung des Baugrundes auf 1452000 Mark.

17. Ober-Post-Direction und Post-Amt zu Bremen. Für die Errichtung eines neuen Posthauses in Bremen mufsten die grofsartigen Verhältnisse des dortigen Verkehrs namentlich beim Post-Amt zu Grunde gelegt werden. Ein günstiger, ringsum freier, an Strafsen grenzender Bauplatz innerhalb der Stadt an der Domshalde, dem sogenannten Eschenhof, als sogenannte superficies vom Staate Bremen durch Eintausch des alten hannoverschen Postgrundstücks gewonnen, bot hierzu hinlängliche Gelegenheit. Das vom Reichswegen zu errichtende Gebäude ist in Berücksichtigung der Bedeutung der Stadt mit 82990 Einwohnern und der zahlreichen Beamten, von welchen bei der Ober-Post-Direction 14 nebst 2 Unterbeamten, beim Post-Amt 59 nebst 101 Unterbeamten fungiren, entworfen, und soll sich im Styl der nordischen Hochrenaissance, welche bekanntlich in Bremen eine hohe Blüthe erreicht hat, möglichst anschliefsen. Die Anlage erhielt ferner dadurch eine Eigenthümlichkeit, dafs das Terrain der Hinterfront um ca. 4 Meter tiefer liegt, als dasjenige der Vorderseite, wodurch an der erstern ein ganzes Parterregeschofs für Remisen etc. gewonnen worden. Eine, theilweise im Hof freiliegende Doppeltreppe vermittelt den Zugang zum glasüberdeckten Hofe auch von dem niedrigeren Stadttheile her, sowie die Verbindung mit dem oberen Stockwerk. Im Uebrigen ist die Plananlage allen Anforderungen der Neuzeit entsprechend entworfen und aus der Zeichnung deutlich zu ersehen. Der glasüberdeckte Hof vermittelt den geschützten Zugang zu allen Schalterhallen. Ausgenommen hiervon ist diejenige für den Päckereiverkehr. Neuerer Bestimmung zufolge soll auch die Telegraphenanstalt in Bremen vom Börsengebäude nach dem neuen Posthause verlegt werden, wozu ein Stockwerk des Packkammergebäudes bestimmt ist, sowie eine Depeschen-Annahmeexpedition im Erdgeschofs des Packkammergebäudes in Aussicht genommen worden.



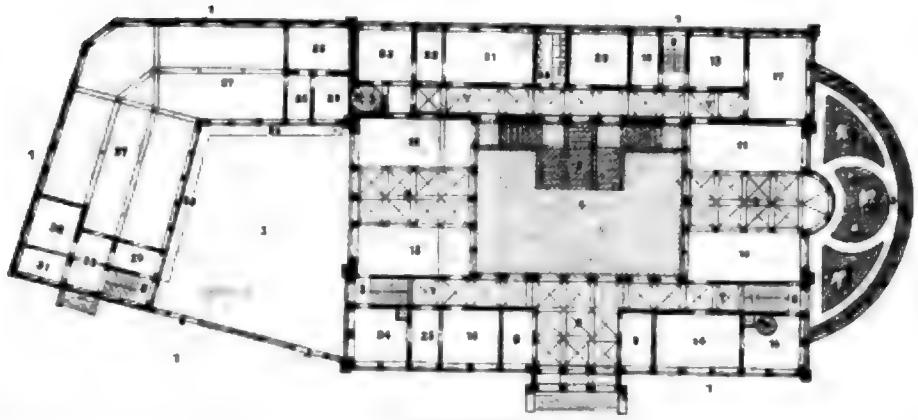
1 Posthof.
2 Treppe
3 Corridor.
4 Vorraum.
5 Schalterhalle.
6 Local-Packkammer.
7 Reserve- do.
8 Remise.
9 Durchgang.
10 Waschküche.
11 Hauskeller.
12 Closet.
13 Heizung.
14 Castellans-Wohnung.
15 — 18 Keller für Beamte.
19 Garten.

Kellergeschofs.

Im Unter-(Keller-)Geschofs, welches, wie bemerkt, nach der Hinterseite des Grundstücks in der Höhe von 4 m wegen des abfallenden Terrains zu ebener Erde liegt, ist die untere Packkammer gleichzeitig mit der Packet-Ausgabe in Verbindung gebracht. Unter dem Hauptgebäude befinden sich Wirthschafts- und Heizräume, Closets, sowie eine Castellanswohnung. Rechts neben dem Hauptgebäude ist ein kleiner Garten gewonnen.

In dem Erdgeschofs gelangt man vom Hauptvestibulum 6 an der Domshalde beiderseits zu Schalterzimmern, rechts für die Zeitungs-Expedition 14, links zu einem vorläufig disponiblen Schalter für spätere Erweiterungen des Betriebes, geradezu nach dem mit Glas überdeckten Communicationshof 4. Auf der Quer-Axe desselben folgt links die Schalterhalle 9 für den Geldverkehr, an welche sich die Expeditionen für Postanweisungen 13 und für Geld-Annahme und Ausgabe 12 anschliefsen, daneben liegt die Geld- und Packetbestell-Expedition 23 und das Zimmer des Vorstehers derselben 22, ferner das Zimmer für die Geldbesteller 21. Die Halle 9 rechts, mit rundem Ausbau für

Digitized by Google

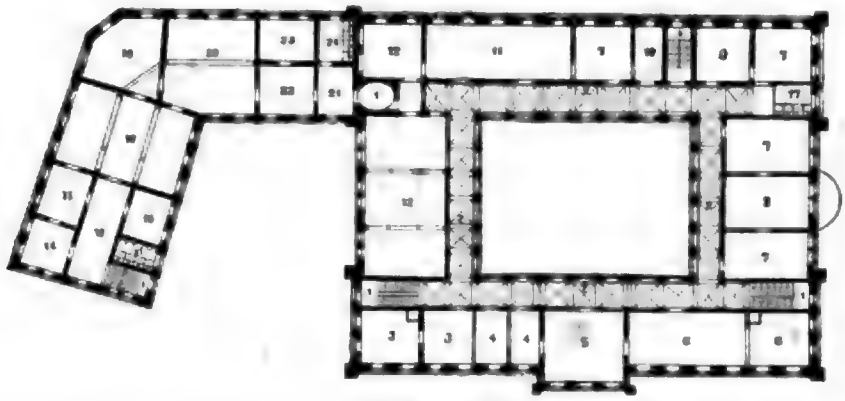


Erdgeschofs.

Schreibpulte, welche vom Publicum benutzt werden, nimmt den Brief- und Postkarten- etc. Verkehr auf, 10 ist die Annahme, 11 die Ausgabe, neben letzterer die Dekartirung 17 nebst Briefträgerzimmer 18, neben ersterer die Abfertigung 16, durch eine innere Wendeltreppe mit dem gröfseren Locale dieses Büreaus im ersten Stockwerk in Verbindung gesetzt. Im Quergebäude ist noch ein Zimmer 19 für den Kassirer, sowie die Passagierstube 20 nebst Closets 33 zu erwähnen.

Der niedrigere Packkammerbau schliefst links den Hof ein und führt durch den Flur 30 geradeaus in die Packet-Annahme, welche hier an langen offenen Tischen in einem Raum mit der Packkammer 27 stattfindet, dahinter liegt das Zoll-Local 26. Links neben dem Eingangsflur gelangt man in die Annahme für telegraphische Depeschen 32 nebst Schalterzimmer 31.

Im ersten Stockwerke sind zunächst die fehlenden Räume für das Post-Amt untergebracht, und zwar die Geld-



I. Stockwerk

post-Abfertigung und die Briefpost-Abfertigung 6, die Fahrpost-Dekartirung 11 und der Briefträgersaal 12, ferner die Räume der Ober-Post-Direction, nämlich das Arbeitszimmer für den Ober-Post-Director 8, den Postrath 9, den Post-Inspector 10, Räume für expedirende Beamte 7, die Ober-Postkasse 3, das Botenzimmer 4 und endlich das Prüfungszimmer 5.

Im ersten Stockwerk des Nebengebäudes befindet sich die bereits oben erwähnte telegraphische Station. Dieselbe besteht im Einzelnen aus den Zugangsfluren 13 u. 21, dem Vorsteherzimmer 14 und dem seines Assistenten 15, dem Saal für Morse-Apparate 18, desgl. für Hughes-Apparate 19, sowie demjenigen für weibliche Telegraphenbeamte 22, ferner einem disponiblen Saal 20, sowie den für männliche und weibliche Beamte getrennten Erfrischungszimmern 16 u. 23, endlich den Closetanlagen 17 für erstere und 24 für letztere.

In dem zweiten Stockwerk des Hauptgebäudes liegen die Dienstwohnungen für den Ober-Post-Director und den Director des Post-Amts, sowie in den Giebeln des Dachgeschosses mehrere Unterbeamtenwohnungen.

Der Bau ist augenblicklich in der Ausführung begriffen. Für die Architekturtheile ist Sandstein, für die Flächen Rohziegelbau bestimmt, die steilen Dächer werden mit Schiefer eingedeckt. Die im Entwurf beabsichtigte Anlage einer Niederdruck-Wasserheizung ist bei der Superrevision in eine Mitteldruck-Heizung verwandelt. Die Kosten der ganzen Anlage sind auf 1813000 Mark veranschlagt.

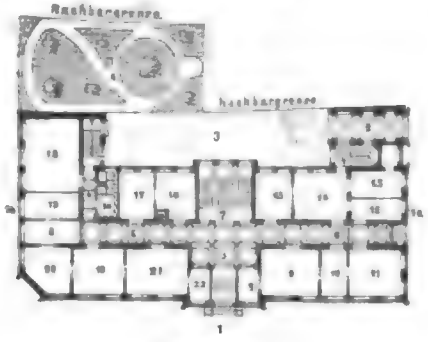
18. Ober-Post-Directionsgebäude zu Danzig. Die räumlichen Verhältnisse der Postverwaltung in Danzig, einer Stadt von 94380 Einwohnern, erheischten in Anbetracht des in früheren Zeiten erworbenen, verhältnifsmäfsig engen Grundstückes und der grofsen, daselbst beschäftigten Beamtenzahl bald möglichste Erweiterung. Da eine Vergröfserung des seit langen Jahren benutzten Postgrundstücks in der Langgasse sich schwerlich hätte bewerkstelligen lassen, so wurde beschlossen, dem Postamt den nöthigen Raum durch

Digitized by Google

Verlegung der Kaiserl. Ober-Post-Direction, welche allein 30 Beamte und 3 Unterbeamte beschäftigt, nach einem günstig gelegenen Grundstück auf dem sog. Buttermarkt, zu dessen Erwerb sich Gelegenheit darbot, zu schaffen. Demgemäfs soll das neue Gebäude nur für die Verwaltungszwecke der letztgenannten Behörde errichtet werden und die in Folgendem beschriebene Einrichtung erhalten.

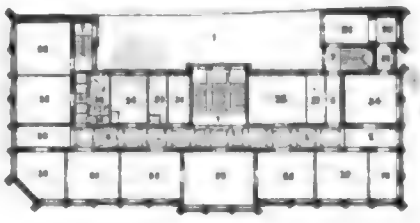
Das Haupt-Vestibulum 5 liegt in der Mitte der Hauptfront nach dem Buttermarkt, in Verbindung mit der doppelarmigen Haupttreppe 7. Nebeneingänge sind in der Mitte des rechten Giebels ferner durch die Durchfahrt 2 nach dem Hofe, sowie nach den beiden Nebentreppen in den Flügelbauten gewonnen. Von letzteren dient die linksseitige für den Verkehr der Wohnungen, die rechtsseitige hauptsächlich für den der Beamten.

Die Verwaltungsräume der Kaiserl. Ober-Post-Direction nehmen das Erdgeschofs, sowie den rechten Theil des ersten Stockwerks in Anspruch. Der übrige Theil des letztern dient zur Amtswohnung des Ober-Post-Directors. Es ist ferner ein zweites Stockwerk durchgehends angenommen und zu Dienstwohnungen für 3 untergeordnete Beamte eingerichtet. Im Dachgeschofs bezw. in den Giebeln sind Unterbeamtenwohnungen in Aussicht genommen.



Erdgeschofs.

Im Einzelnen folgen neben dem obenerwähnten Hauptflur die Corridore 6, die Haupt- und Nebentreppen 7, rechts das Arbeitszimmer des Ober-Postraths 9, an der stumpfen Ecke dasjenige des zweiten Postraths 20, jedes mit Vorzimmer 8, daneben Räume für expedirende Beamte 10, für Hilfsarbeiter 11, für Boten 12; die Ober-Postkasse in 3 Zimmern, nämlich für den Rendanten 13, die Casse 14 und die Buchhalterei 15, ferner ein Zimmer für Druckmaterialien 16, Canzlei 17, Registratur 18, Journal 19, Büreau-Assistenten 21, Packzimmer 22, endlich Closets- und Pissoir-Anlagen 23.



I. Stockwerk.

Im ersten Stockwerk befinden sich aufserdem Prüfungszimmer 24, Räume für Retourbrief-Eröffnungen 25, damit zusammenhängend Zimmer für den Post-Inspector 26, für die Calculatur 27, Zimmer für Rechnungsbeamte 27, das Arbeitszimmer des Ober-Post-Directors 29 mit Vorzimmer 8 und ein Zimmer für expedirende Beamte 10. Die übrigen Räume 30 bilden die Dienstwohnung des Ober-Post-Directors.

Das zweite Stockwerk enthält 3 Wohnungen für nachgeordnete Beamte, das Dachgeschofs eine Unterbeamtenwohnung am rechten Giebel.

Zur Erheizung des Gebäudes ist eine Niederdruck-Wasserheizung mit Ventilations-Anlagen bestimmt. Die Architektur soll sich der reichen Profangothik des 14. Jahrhunderts anschliefsen und in gebranntem Thon ausgeführt werden; über der Durchfahrt erhebt sich neben dem steilen Giebel ein stylgemäfser spitzer Uhrthurm. Der Kostenanschlag für den ganzen Bau stellt sich incl. der künstlichen Fundirung auf die Summe von 506400 Mark, und ist mit der Ausführung bereits begonnen worden.

(Schluss folgt.)

Schwatlo.

Oeffentliches Schlachthaus und Viehmarkt in Buda-Pest.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 48 bis 60 im Atlas.)

Im Jahre 1867 wurde von den Behörden der ungarischen Landeshauptstadt die Erbauung eines öffentlichen Schlachthauses und die Aufhebung aller Privatschlächtereien innerhalb der Verzehrsteuerlinie beschlossen. Dieser Beschluss war der Erfolg sorgfältiger statistischer und administrativer Vorarbeiten, durch welche der Vorsitzende der städtischen Fleischcommission, jetzt Bürgermeister Carl Kammermayer die Vertreter der Stadt von der Nothwendigkeit überzeugt hatte, communale Mittel und Autorität einzusetzen zur Beseitigung ordnungswidriger gewerblicher Zustände. Der unermüdlichen Thätigkeit und erfahrenen Geschäftsleitung dieses ausgezeichneten Beamten gelang es, die Widerstände zu überwinden, welche der Einführung des Schlachtzwanges von einer einflufsreichen Klasse der Bürgerschaft beharrlich und heftig entgegengesetzt wurden.

Wie sehr auch Nothwendigkeit und Nützlichkeit anerkannt worden, so war doch keine andere Stadt Oesterreich-Ungarns bisher dem im Jahre 1851 von Wien durch Errichtung öffentlicher Schlachthäuser gegebenen Beispiele gefolgt. — Hier wie in Deutschland verblieb das öffentliche Schlachthaus jahraus jahrein Gegenstand der Tagesordnung jeder gröfseren städtischen Verwaltung.

Für die Pester Anlage war zur Gewinnung von Bauplänen durch freie Concurrenz ein Programm gründlich und sachgemäfs von dem städtischen Ober-Ingenieur Szumrák ausgearbeitet und an die Zuerkennung des ersten Preises die Uebertragung der Bauleitung bedingungsweise geknüpft worden. — Der angenommene Entwurf kam fast ohne jede Abänderung zur Ausführung, nachdem eine städtische Commission zur Prüfung der vorgeschlagenen Einrichtungen ver-

Digitized by Google

schiedene Städte bereist hatte. — Bei dem Entwurf war von dem Gesichtspunkte ausgegangen worden, dafs bei Einführung eines neuen Modus für den Gewerbebetrieb auf hergebrachte Formen und Gewohnheiten nur geringe Rücksicht genommen werden darf. — Die verständigeren Gewerbetreibenden bemächtigen sich bald der Vortheile, welche verbesserte Einrichtungen bieten, und scheuen weder die sanitäts- noch steuer-polizeiliche Controle; die schlechteren Elemente jedoch, welche Grund haben, den öffentlichen Gewerbebetrieb weniger vortheilhaft zu finden, sollen an's Licht gebracht und zur Ordnung angehalten werden. Neue Schlachthausanlagen dürfen daher nicht im Sinne des alten zünftigen Gewerbebetriebs erbaut werden, wie dies z. B. in Hamburg, Stuttgart, Zürich, Dresden und anderen deutschen Städten geschehen ist, sondern müssen als communale Institute eingerichtet und verwaltet werden.

Da Frankreich mit Einführung des Schlachtzwangs im communalen Sinne vorangegangen war, so wurden die unter dem ersten Napoleon in Paris erbauten Schlachthäuser die Muster für alle später entstandenen Anlagen. — Es zeigen jedoch nur wenige neuere Ausführungen, wie z. B. Lyon und Mailand, einen Fortschritt in der Anordnung. Auch der neue Pariser Central-Schlachthof ist nur die Wiederholung der alten Schablone, ohne Rücksichtnahme auf die seither in amerikanischen, englischen und deutschen Schlächtereien eingeführten Verbesserungen, und selbst die Anordnung der neuen Berliner Schlachthäuser würde nur in mäfsigem Grade den Anforderungen entsprechen, welche nach Einführung des Schlachtzwanges an eine öffentliche, unter städtischer Verwaltung stehende Anlage gestellt werden müssen.

In Pest war aufser den allgemein gültigen Anforderungen noch mancherlei fremdartigen localen Bedingungen und vor allen den klimatischen Verhältnissen Rechnung zu tragen.

Die Stadt zählte, schon ehe sie durch die administrative Vereinigung mit Ofen zur Landeshauptstadt Buda-Pest geworden, 200000 Einwohner. — Fächerartig um einen dichtern Kern, dessen Mitte das Stadthaus einnimmt, dehnen sich weitläufige Stadttheile aus, und strecken Quais und wenig bebaute Strafsen bis 6000 m am Donau-Ufer entlang. Dampfschiffe und Pferdeeisenbahnen erleichtern den ausgedehnten und lebhaften Verkehr. — Die sorgsam angestrebte Einführung geordneter städtischer Zustände wird erschwert durch einen grofsen Theil ärmlicher, aus den verschiedensten nationalen Elementen gemischter Bevölkerung, welchem durch das allgemeine Stimmrecht der freiesten Verfassung Einfluſs auf die städtische Verwaltung verliehen ist. — Alle Baulichkeiten der Stadt zeigen die Neigung, Schutz gegen winterliche Kälte mit der wohnlichen Bedürfnifslosigkeit des Südens zu verbinden. — Auf strengen Winter, welcher manchmal durch feststehendes Eis wochenweise die Donau-Ufer verbindet, folgt mit kurzem Uebergang ein trockener, heifser Sommer, in welchem Monate lang regenlose sonnige Tage mit kühlen Nächten wechseln.

Das Terrain, welches für die Bauanlage bestimmt wurde, liegt an der Soroksárer Strafse unterhalb der Stadt, 500 m vom Donau-Ufer und 3200 m vom Stadthaus entfernt. — Wie fast sämmtliche Strafsen der Stadt unter dem Niveau des Hochwassers von 1838, welches bis + $9{,}_{25}$ m über den Nullpunkt des Pegels stieg, gelegen, bedurfte der ganze Bauplatz einer Aufhöhung von 1 bis 5 m, um das Planum in das Niveau der oberen Donau-Quais auf + $8{,}_{47}$ m zu bringen.

Im Spätherbst 1869 wurde mit den Erdarbeiten begonnen und einer naheliegenden sandigen Anhöhe vermittelst einer Erdtransportbahn 20000 kb m Aufschüttung entnommen. Es wurde damit ein rechtwinklig begrenztes Terrain von 285 m Breite und 484 m Länge aufgehöht, nachdem das ursprüngliche Bau-Programm, welches sich auf das öffentliche Schlachthaus beschränkte, durch die inzwischen beschlossene Verbindung mit einem neuen Viehmarkt wesentlich erweitert worden war.

Schon dem ersten Entwurf lag der Gedanke zu Grunde, der Pester Anlage eine weitere als locale Bedeutung zu geben. — Ein grofser Theil des Schlachtviehes, welches Wien verbraucht, geht über den Pester Markt. In den mit den Spiritusbrennereien dieser Stadt verbundenen Mastanstalten steht gewöhnlich ein Bestand von 4000 bis 6000 Stück Mastochsen. Der Gedanke liegt nahe, dieselben, anstatt sie lebend auf den Wiener Markt zu senden, lieber in Pest zu schlachten, um unter Ersparung von Spesen und Gewichtsverlusten, mit welchen der Eisenbahntransport von Mastvieh verbunden ist, die Wiener Markthallen mit ausgeschlachtetem Fleische zu versorgen.

Die aufserordentlichen Vortheile derartiger Geschäftsverbindung können jedoch erst dann wahrgenommen werden, wenn die Anlage des Pester Viehmarkts und Schlachthauses in Anschluſs gebracht worden ist mit der Pest-Ofener Verbindungsbahn. — Sobald besonders für diesen Zweck eingerichtete Eisenbahnwagen in dem Schlachthause selbst beladen werden können, würde das Tags zuvor ausgeschlachtete Fleisch am andern Morgen nach 6- bis 9stündigem Transport frisch auf dem Markt in Wien zu verkaufen sein.

Gleichzeitig mit dem Bau des Viehmarkts wurden von den Pester städtischen Behörden die Unterhandlungen wegen geeigneter Tracirung der Verbindungsbahn mit Anschluſs an die neuen Anlagen aufgenommen.

Nachdem der Winter mit Vorarbeiten vergangen war, konnte im Frühjahr 1870 die Bauausführung kräftig in Angriff genommen und so gefördert werden, dafs im August 1872 die Uebergabe der fertigen Anlagen und die Eröffnung des Betriebs stattfand.

Dem Baubüreau und der Ausführung stand während der ganzen Bauzeit der Architekt Otto Rathey vor, der schon an der Bearbeitung des Concurrenz-Entwurfs theilgenommen hatte. — Die Ausführung der Maurer- und Steinmetz-Arbeiten wurde einem der bewährtesten Meister, dem jüngst verstorbenen Joseph Diescher übertragen, welchem die Stadt Pest die solide Herstellung ihrer besten öffentlichen Bauwerke, unter andern des von Stüler entworfenen Akademie-Gebäudes verdankt. — Fast sämmtliche Bauarbeiten und Lieferungen gingen aus Pester Werkstätten hervor. Aufser Modellen wurden von auswärtigen Firmen nur die Schieferbedachungen, die Fufsbodenbeläge, so wie die Wasserversorgungs- und Entwässerungs-Arbeiten geliefert, die letzteren von J. u. A. Aird in Berlin.

Nach erfolgtem Rechnungsabschluſs, welcher von der städtischen Kassenverwaltung in sorgfältigster Weise durch mindestens allmonatliche Abrechnung und Bezahlung sämmtlicher, auch der fortlaufenden Bauarbeiten geleistet wurde, bezifferten sich die Gesammtbaukosten auf 1703670 Fl.,

Digitized by Google

wovon 350000 Fl. auf die Viehmarktsanlage und 1353670 Fl. auf das Schlachthaus zu rechnen sind. Grunderwerbungskosten kamen nicht in Anschlag, da das Bauterrain von städtischen Ländereien abgetrennt worden ist.

Die Kosten für ein neu erbautes Mauthhaus, für die Anlagen der Seitenstraßen, für die später auszuführenden Arbeiten zum Eisenbahnanschluß mit Rampen, Gehegen und Geleisen auf Viehmarkt und Schlachthof und für die Beschaffung des Inventars liegen außerhalb vorgenannter Summe.

Die Baumaterialien.

Sämmtliche Gebäude sind ohne Mörtelverputz in Haustein und Ziegeln ausgeführt in der Weise, daß nur die glatten Mauerflächen in Ziegelverblendung, sämmtliche decorative und constructive Theile in Haustein zur Erscheinung kommen.

Das Ziegelmaterial, welches die Pester Ringofen-Fabriken liefern, ist zur Hintermauerung sehr tauglich, aber wegen seines großen Formats und der nachlässigen Bearbeitung zu feinerer Verblendung unbrauchbar. Für den vorliegenden Zweck, lediglich einer Massenwirkung, genügte das sortirte Material, welches sehr geschickt zur Verblendung im Verband ohne Streckerschichten verarbeitet wurde. Der Mörtel wird nach der ortsüblichen Behandlungsweise ganz dünnflüssig mit einer Schöpfkelle aufgebracht und fließt bis an ein quadratisch in der Dicke der Fuge geschnittenes Holzstäbchen, welches auf der Vorderkante der Schicht liegt. Die gewöhnlich sehr ausgedörrten Steine ziehen die überflüssige Feuchtigkeit des Mörtels rasch an. Nachdem einige weitere Schichten mit anderen Stäbchen aufgemauert sind, werden die ersten wieder aus den Fugen gelöst und das fertige Mauerwerk erscheint sehr sauber vertieft gefugt. — In Gewölbearbeiten zumal haben die Maurer eine solche Uebung, daß man der Erfahrung ihrer Poliere die gewagtesten Constructionen anvertrauen darf. — Die Erdgeschosse aller Gebäude werden in Pest gewölbt, meistens ohne Anwendung von Eisen in weit gespannten flachen Spiegeln mit Stichkappen- oder Klostergewölben.

Hausteine brechen zwar in sehr guter Beschaffenheit unfern der Stadt, sind aber theuer, da Mangel an geübten Arbeitskräften und gewohnte Lässigkeit im Betrieb die bauverständige Ausbeutung der ergiebigsten Brüche hindern, welche nicht allein Pest, sondern alle Städte an der Donau mit ausgezeichnetem Material versorgen könnten.

Im Pest-Steinbruch, eine halbe Meile von der Stadt, wird ein weißer und sehr weicher Cerithien-Kalkstein auf die leichteste Weise gewonnen. Große Blöcke des gleichmäßigen aber wenig widerstandsfähigen Materials werden mit der Handsäge zurecht geschnitten. Die Keller der Bierbrauereien, selbst Wohnräume sind in Steinbruch einfach aus dem Berge herausgearbeitet. Witterungsbeständigkeit und bequeme Bearbeitung eignen dieses Material vortrefflich zu allen Bautheilen, welche besonderer Festigkeit nicht bedürfen. — Von gediegener Beschaffenheit ist der Cerithien-Kalkstein, welcher unfern des rechten Donau-Ufers mehrere Meilen unterhalb Pest an der Südbahnlinie bei Biá und Soskút gebrochen wird. Die erste Klasse dieses Steins ist körnig, hart und schwer zu bearbeiten, die geringeren Klassen haben den Härtegrad des sächsischen Sandsteins. Der Stein von Soskút und Biá besitzt jede für bauliche Zwecke wünschenswerthe Eigenschaft. Die Pfeiler der Pest-Ofener Kettenbrücke zeigen die Witterungsbeständigkeit und den schönen Farbenton des graugelben Materials, welches durchaus frei von Stichen und Einsprengungen in den größten Stücken gewonnen werden kann. Die beiden Blöcke für die Thiergruppen des Hauptportals von je $3{,}_5{}^{m}$ Länge, $2{}^{m}$ Dicke und $3{}^{m}$ Höhe, also je von 21 kb^{m} Inhalt, sind aus einem einzigen abgesprengten Block getrennt worden.

Material für Wasserbauten und Fundamentirungen liefern die Brüche von Neustift bei Alt-Ofen. Der aus Nummuliten, Kalktuff und Süßwasser-Kalk bestehende Stein eignet sich durch Härte und scharfbrüchiges, dem Tropfstein ähnliches Gefüge zu außerordentlich fester Verbindung mit hydraulischem Mörtel.

Ein dichter weißer Kalkstein, gewöhnlich Marmor genannt, welcher zu Stufen und Abdeckungs-Platten brauchbar ist, bricht zu Sütö unfern Piszke zwischen Gran und Komorn am rechten Donau-Ufer. — Diesem Orte giebt aber größere Bedeutung der rothe Marmor, welcher daselbst aus weit gedehnten Lagern vollständig horizontal geschichteter Platten auf die bequemste Weise gewonnen wird. Mit leicht gewellter, oder wie feiner Sand, der vom heftigen Regen geschlagen worden, gekräuselter Oberfläche liegen in dünne Thonschichten gebettet die Platten 7 bis $30{}^{cm}$ dick übereinander, so daß es nur vertikaler Einschnitte bedarf, um Stücke von beliebigen Dimensionen abzutreiben. — Die Farbe dieser Verbindung von rothem Ammoniten-Kalk mit rothem Marmor ist ein etwas schmutziges Braunroth, dem Belgischen Griotte rouge ähnlich.

Da die Oberfläche der in den Brüchen liegenden rohen Platten die schönste natürliche Bossage zeigte, so wurden dieselben ohne jede weitere Flächenbearbeitung zur Bekleidung der Plinthen aller Baulichkeiten verwendet. Mit der Säge mitten durch getrennt und geschliffen, bilden derartige Platten die $2{}^{m}$ hohe Bekleidung der Wände sämmtlicher Schlachträume. Saufröge, Wasserbecken und Bassins sind ebenfalls von diesem vortrefflichen Material hergestellt, welches übrigens, wie so vieles, was dieses an Naturproducten so überaus reiche Land liefert, kaum in nächster Nähe genügend gewürdigt und nur höchst mangelhaft ausgebeutet wird.

Die Brüche von Piszke liegen nur 11 Meilen zu Wasser von Pest und 25 Meilen von Wien entfernt, an Abhängen, von denen die Platten auf Bahnen mit natürlichem Gefälle bis zum Ufer gelangen. Die Ausbeutung der unerschöpflichen Massen ist von dem Erzbisthum Gran an eine Actiengesellschaft überlassen worden, welche es bisher nicht verstanden hat, ihren Besitz durch Anwendung entsprechender Mittel zur verdienten Geltung zu bringen.

Zu den Schieferbedachungen, welche für sämmtliche Gebäude angenommen waren, mußte englisches Material verwendet werden, da weder die Mährischen noch Rheinischen Brüche in der nöthigen Zeit das Quantum liefern konnten, was die 25000 $\square^{m}$ Dachflächen erforderten.

Das Bauholz, welches in Pest verarbeitet wird, ist im Allgemeinen von schlechter Beschaffenheit. Die ungarischen Nadelhölzer, zu schnell in fettem Boden gewachsen, sind weich, splintreich und grobfaserig, selbst das Eichenholz zählt zu den weichen, dagegen steirische Föhren und Lärchenbäume zu den harten Hölzern.

Die vorgenannten Baumaterialien kamen an den ihrer Natur entsprechenden Stellen zur Anwendung bei der Bauausführung.

Digitized by Google

Die Situation. (Blatt 48 u. 49.)

Der Situationsplan auf Blatt 49 zeigt die allgemeine Anordnung der beiden vereinigten Anlagen des Schlachthauses und Viehmarkts mit Bezug auf die Soroksárer Strafse, welche die Verbindung mit der Stadt herstellt, und auf die Pest-Ofener Verbindungsbahn, welche an dieser Stelle die Donau mit einer 346 m weiten Brücke übersetzt.

Die Vorderfront des Schlachthauses ist um $85,_5$ m von der Soroksárer Strafse zurückgelegt. Eine zweiarmige Rampe führt $1,_{56}$ m ansteigend zum Hauptportal, einen tieferen, eingehegten und mit Bäumen bepflanzten Grund umschliefsend. — Das von einer $2,_{33}$ m hohen Mauer begrenzte Areal beider Etablissements ist ein Rechteck von 285 m zu $484,_7$ m Seite und 138139 □m Fläche, dessen Mittelachse vertikal auf der Soroksárer Strafse steht, ziemlich genau von Westen nach Osten gerichtet.

Die perspectivische Ansicht auf Blatt 48 giebt den Ueberblick von einem Standpunkte auf dem rückliegenden höheren Terrain. — Die untere Donaubrücke war bei der Aufnahme noch nicht in Bau. Jenseits des Stromes erhebt sich der befestigte Blocksberg, weiterhin die Burg von Ofen, im Hintergrunde das Ofener Gebirge. Von Pest ist nur ein kleiner Theil am untern Donau-Quai vortretend zu sehen.

Der Grundrifs. (Blatt 50.)

Die Stellung der Gebäude ist durchaus symmetrisch um die westöstliche Mittelachse angeordnet. Rechts und links von dem Hauptportal stehen die Verwaltungsgebäude in zwei Gruppen, Stallungen und Remisen in derselben Vorderfront, welche mit zwei Eckgebäuden abschliefst. Die gegenüberstehenden Eckgebäude begrenzen die Hinterfront des Schlachthauses, in deren Mitte der Wasserthurm sich über das Probe-Schlacht- und Maschinen-Haus erhebt. Die vier Eckgebäude enthalten das Spritzenhaus, eine Werkstatt, einen Stall und ein Schlachthaus für krankes Vieh; an den Thoren des Viehmarkts stehend, sind die letzteren beiden vorkommenden Falles auch von diesem aus benutzbar. Vor die seitlichen Grenzmauern treten die Dunggruben und je zwei Kaldaunenwäschen vor. In dem mittleren Theil des so umbauten Platzes stehen die eigentlichen Schlachtgebäude, das eine ist vorläufig nur zur Hälfte ausgeführt, zwischen beiden ein Viehgehege mit Schwemme.

Die freien, vorläufig bepflanzten und mit Barrièren umschlossenen Plätze an den Umfassungsmauern sind zur späteren Anlage eines Schweineschlachthauses, eines Fabrikgebäudes für die Verarbeitung von Blut, Fett, Häuten und thierischen Abfällen und zur Erweiterung der Ställe bestimmt.

Alle Strafsen des Schlachthauses sind gepflastert und haben doppelte Baumreihen erhalten, von deren Gedeihen der wirksamste Schutz gegen Sonne und Staub zu erwarten ist.

Die Schlachthausanlage ist mit dem Viehmarkt durch 3 Thore verbunden.

Um das in der Mitte desselben stehende Verwaltungs- und Börsen-Gebäude ordnen sich die Verkaufsgehege. — Zu beiden Seiten derselben stehen vier grofse Stallgebäude, dazwischen Dunggruben und an den Ecken der Hinterfront zwei Eckgebäude. Das eine mit Gehege ist zur Aufnahme Seuche-verdächtiger Thiere, das andere zum Stationshause der Eisenbahn bestimmt. Die ganze Hinterfront wird von der Viehrampe mit den Verladegehegen und Rangirgeleisen eingenommen.

In der Längenachse gemessen, hat bei der gleichen Breite von 285 m der Vorplatz $85,_5$ m, das Schlachthaus $157,_7$ m und der Viehmarkt $291,_5$ m Tiefe erhalten.

Neu angelegte Querstrafsen verbinden die beiden Seitenportale des Viehmarkts mit der Soroksárer Strafse.

Das Hauptportal. (Blatt 48 u. 51.)

Das Hauptportal des Schlachthauses ist $28,_5$ m breit mit 5 Oeffnungen angelegt, einer mittleren für den Viehtrieb mit $6,_3$ m breitem Schiebethor, zwei Flügelthoren für Ein- und Ausfahrt der Wagen und zwei Gitterthüren, welche zu den Verwaltungsgebäuden führen. Die beiden Theile des starken schmiedeeisernen Schiebethores hängen in 6 Rollen 3 m hoch zwischen zwei I-Balken und laufen auf einer Eisenschiene in die Thorpfeiler. Die aus grofsen Steinblöcken erbauten Mittelpfeiler sind von Figurengruppen gekrönt, welche Reinhold Begas mit Benutzung ausgesuchter Racethiere modellirt und der Wiener Bildhauer Sommer in Soskúter Stein vortrefflich ausgeführt hat. Bei einer Höhe von $6,_3$ m gewähren die 3 m langen und 2 m dicken Pfeiler einen äufserst stattlichen Anblick und der Bauanlage einen monumentalen Schmuck, wie ihn wohl kein anderer derartiger Nützlichkeitsbau in so künstlerischer Originalität aufzuweisen hat. — Auf Blatt 51 erscheint das Portal nach einer Photographie gezeichnet.

Die Verwaltungsgebäude. (Blatt 52.)

Die Verwaltungsräume und die Beamtenwohnungen sind in den beiden Bau-Anlagen rechts und links vom Portal untergebracht.

In dem einen der höheren Vorderhäuser befinden sich im Erdgeschofs die Büreaus, die Kasse und die Wache, darüber die Wohnung des Directors, in dem andern Hause die Wohnungen des Haus-Inspectors, des Kanzlisten und des städtischen Thierarztes. — Jedes der einstöckigen Häuser enthält zwei Wohnungen für Unterbeamte.

Zwischen den Wohngebäuden liegt auf jeder Seite eine abgeschlossene Garten- und Hof-Anlage und ein kleines Waschhaus.

Die Remisengebäude und Kaldaunenwäschen. (Blatt 53.)

Jedes der beiden Stall- und Remisengebäude enthält Stallung für 30 Pferde, Schuppen für die Fleischtransportwagen, bedeckte Halle zum Unterstellen der Schlächterwagen und zwei Kleinviehställe. — Die Decken der Räume sind zwischen eisernen Trägern gewölbt, die Fufsböden mit Klinkern gepflastert. Die Stallungen haben Krippen von Granit, Marmor-Wasserbecken und stellbare eiserne Fenster. Ueber den Gewölben liegen die Futterböden.

Zu jedem Schlachtgebäude gehören zwei Kaldaunen-Waschhäuser mit je einer Wasch- und Brüh-Kammer von $9,_{70}$ m Länge und 5 m Breite. Wegen der so nothwendigen Lüftung ist der Raum bis zum Dachwerk frei gelassen. — Durch offene Holzjalousieen unter dem überstehenden Dachrande ziehen die Dünste ab. — Die Wand ringsum wurde 2 m hoch mit geschliffenen Marmorplatten bekleidet und der gegen eine Abflufsrinne stark geneigte Fufsboden mit Mettlacher Fliesen belegt. — Die Eingemeide der geschlachteten Thiere werden aus den Schlachtkammern in Karren herbeigebracht und auf dem Marmortisch an der Rückwand der

Digitized by

Brühkammer gewaschen. — Drei drehbare Wasserhähne geben das Spülwasser auf die Tischplatte, von welcher der Unrath durch einen Schlitz an der Marmorwandbekleidung in die Abflufsrinne und nach der Dunggrube gespült wird. Zum Kochen der Eingeweide und zur Beschaffung von heifsem Wasser dient in jedem Waschraum ein Kochkessel, welcher durch Dampfleitung mit den Kesseln des Maschinenhauses verbunden ist.

Zwischen je zwei Kaldaunen-Waschhäusern liegt eine grofse vertiefte Dunggrube von 98 □^{m} Fläche, welche die festen Abgänge des Schlachthauses und den Stalldünger aufnimmt. — Der Grund ist betonirt, mit zwei schrägen Wagenzufahrten versehen und durch einen Senkkasten entwässert. — Eine Brüstung mit grün berankter Pfeilerstellung deckt die Dunggrube nach der Schlachthausseite.

Die Schlachtgebäude. (Blatt 54 bis 56.)

Die eigentlichen Schlachtgebäude enthalten Schlachtkammern, Kühlräume, bedeckte Höfe und Stallungen. Jede der beiden weitläufigen Bauanlagen, von denen jedoch die eine nur zur Hälfte vollendet worden, hat bei $76{,}_{30}$ ^{m} Breite eine Länge von $94{,}_{29}$ ^{m}. —

Der Grundrifs auf Blatt 55 und der Durchschnitt auf Blatt 56 machen folgende Anordnung deutlich: Rechts und links von der Mitte in der Längen- wie Querachse liegt ein Kühlraum mit 10 Abtheilungen, darüber der Eisbehälter, gleichlaufend damit 10 Schlachtkammern, davor ein bedeckter Hof, und mit der äufsern Langfront abschliefsend zwei Stallgebäude für je 80 bis 100 Rinder.

Den klimatischen Verhältnissen entsprechend, sind die Giebel nach Süden und Norden gerichtet und die Dächer mit weit vortretenden Rändern übereinander geschoben, so dafs die Mittagssonne und der Nordwind die fensterlosen Fronten treffen und dafs die Abend- und Morgensonne nur schräge Strahlen in das Innere werfen kann. Durch dicke Mauern und gewölbte Decken ist gleichfalls für Schutz im Winter und Sommer gesorgt, sowie für Kühlung und Reinlichkeit durch viele beständig fliefsende Wasserauslässe.

Die Schlachtkammern. Da der Schlachtzwang sich nur auf Grofs- und Kleinvieh erstreckt, so brauchten für die Schweineschlächterei keine besonderen Einrichtungen getroffen werden. Es sind vorläufig 30 Schlachtkammern hergestellt; bei gröfserem Bedarf kann zuerst das zweite Gebäude mit noch 10 Kammern vollendet und dann weiterhin den bedeckten Höfen eine Einrichtung zum Schlachten von Kleinvieh gegeben werden.

Jede Schlachtkammer ist $13{,}_{28}$ ^{m} lang, $7{,}_{59}$ ^{m} breit, der vordere Theil $5{,}_{2}$ ^{m}, der hintere Theil $7{,}_{5}$ ^{m} bis zum Scheitel des Gewölbes hoch. Licht und Luft dringen ein durch vier Fenster, von denen zwei nach dem bedeckten Hofe in dem niedrigeren Theil, zwei unter dem überstehenden Mitteldach in dem höheren Theil des Raumes liegen. — Jedes dieser Rundbogenfenster hat 3 ^{m} Durchmesser und einen $0{,}_{8}$ ^{m} breiten, $1{,}_{5}$ ^{m} hohen, mit Glasjalousieen geschlossenen Mittelrahmen. Die Jalousieen der oberen Fenster sind feststehend, die der unteren stellbar, wie das Detail auf Blatt 57 zeigt. Die Doppelglasstäbe von $0{,}_{80}$ ^{m} Länge und $0{,}_{10}$ ^{m} Breite sind in eiserne Führungen so eingelegt, dafs sie beim Schliefsen nicht zusammenschlagen können.

Die verschiedene Gewölbehöhe des Raumes und die Anordnung der Fenster bewirkt eine kräftige Ventilation von dem niederen nach dem höheren Theil des Raumes, zu welchem die Dünste aus den Leibern der getödteten Thiere aufsteigen und entweichen.

Ganz geschützt gegen die Einwirkung der Sonne, erhalten sich die Schlachträume kühl unter den hohen Gewölben, welche von zwei $7{,}_{59}$ ^{m} weit gespannten Gurtbogen getragen werden. Auf dem einen dieser Bogen ruht aufser den beiden Gewölbekappen noch die Frontwand und das Dachwerk des Mittelbaues.

Der Fufsboden ist von den vier Umfassungswänden nach der Mitte zu mit 10 ^{mm} Neigung auf Beton-Untergrund mit Mettlacher Fliesen abgepflastert.

Die Frage des Fufsbodenbelags wurde erst nach langen Erörterungen und vielfachen Versuchen entschieden. Granit- oder Marmorplatten, selbst scharirt bearbeitet, werden durch Blut und Fett glatt und gefährden den Mann, welcher zur Führung des tödtlichen Schlages fest und sicher stehen mufs. — Sandstein, Klinker oder Kalkstein sind zwar rauh zu erhalten, saugen aber in den Oberflächen oder Fugen Feuchtigkeit auf und halten mit dieser Miasmen fest. — Asphalt, der für den vorliegenden Zweck sich noch am besten empfiehlt, ist immerhin kein ganz befriedigendes Material. Die Oberfläche ist nicht hart genug, um nach einigem Gebrauch noch die Rauhheit, welche ihr anfänglich gegeben werden kann, zu behalten. — Die mit Rinnen gearbeiteten Mettlacher Fliesen dagegen sind von glashartem Material, schliefsen in den Fugen fest zusammen, nehmen keine Feuchtigkeit auf und erhalten ohne Abnutzung die rauhe quadrirte Oberfläche, auf welcher Mensch und Thier fest treten und jede Flüssigkeit leicht abziehen kann.

Jede einzelne Platte hat 16 ^{cm} im Quadrat und eine Dicke von 4 ^{cm}. Durch Abfasung der Ränder und drei überkreuzend eingeschnittene Rinnen theilt sich die Oberfläche derselben in sechs etwas erhabene Rechtecke, welche nach Zusammenlegung der Platten die ganze Fufsbodenfläche quadrirt gemustert erscheinen lassen.

Von diesen Platten kamen 4600 □^{m} zur Verwendung, obwohl der weite Transport und die Verlegung durch fremde Arbeiter die Ausführung sehr theuer machten. — Als Unterlage wurde eine $0{,}_{15}$ ^{m} starke Betonschicht aufgebracht.

In den Fufsboden sind zwei Granite von $0{,}_{47}$ ^{m} im Quadrat und $0{,}_{23}$ ^{m} Dicke mit den unterhalb drehbar verschraubten Schlachtringen eingelassen.

Ein gufseiserner Senkkasten mit Wasserverschlufs nimmt die Abflüsse auf.

Die oberhalb glatt geputzten und hell gefärbten Wände sind 2 ^{m} hoch mit geschliffenen Piszker Marmorplatten von 7 bis 10 ^{cm} Dicke bekleidet. Die Platten stehen auf dem Beton, sind mit Mörtel vergossen und am oberen Rande durch ein ausgefalztes eichenes Wandrähm gedeckt.

In der Höhe des Wandrähms liegt $0{,}_{44}$ ^{m} vor der Marmorbekleidung das eichene Fleischrähm, wie das Detail auf Blatt 57 zeigt, mit starken Bändern und Verschraubung auf Knaggen befestigt. Die Knaggen gehen durch die $0{,}_{62}$ ^{m} starke Zwischenwand und tragen am andern Ende das Fleischrähm der nächsten Kammer.

Zum Aufhängen des Fleisches dienen auf jeder Seite 28 Stück $0{,}_{39}$ ^{m} lange stählerne Dorne.

Digitized by Google

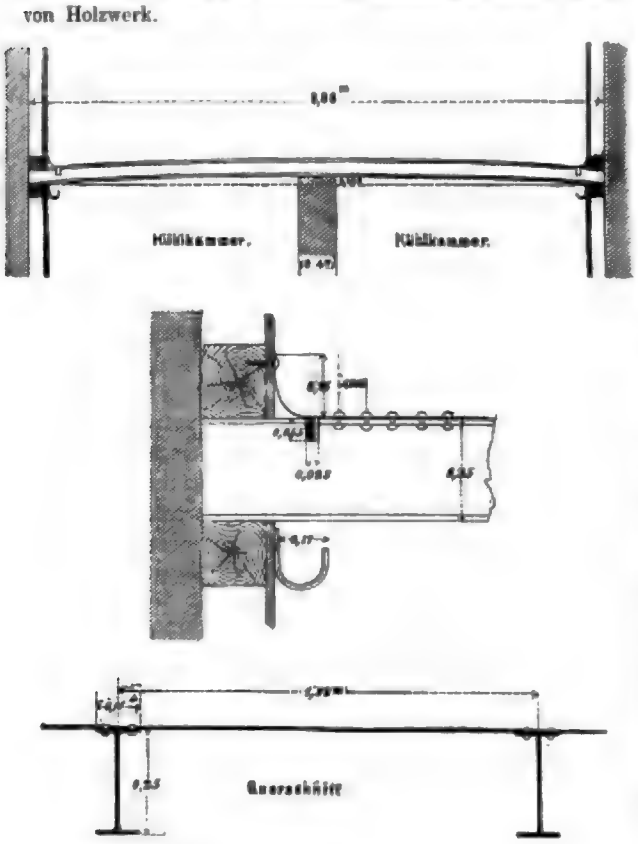
Unter dem Gewölbe, $2{,}9^{m}$ hoch über dem Fufsboden, liegen auf Querträgern zwei Schlachtbalken, oben abgerundet, damit Stricke übergeworfen und leicht angezogen werden können.

Einer Schlachtwinde bedarf die ortsübliche Arbeitsweise nicht, nach welcher das Thier mit dem Beilschlag gefällt und dann am Boden liegend ausgeschroten wird. Diese Schlachtweise ist unbequem und vielen Raum zur Handhabung erfordernd. Die Winde zur Bearbeitung des aufgezogenen Körpers wird daher wohl weiterhin eingeführt werden und ihren Platz an der Wand finden.

Mit dem bedeckten Hofe ist jede Kammer durch zwei Schiebethüren von $1{,}60^{m}$ Weite verbunden. Die Annahme von zwei Thüren erschien für die grofsen Räume, in welchen mehrere Schlachtungen gleichzeitig stattfinden, wünschenswerth zur Erleichterung des Verkehrs.

Zwischen den Thüröffnungen steht der Spülstein von Marmor in Form eines flachen Beckens, halb oval mit $1{,}5^{m}$ Durchmesser gearbeitet. Der Wasserzufluss geht durch einen $1{,}26^{cm}$ starken messingenen Auslafshahn mit Schlauchverschraubung. Der Abfluss ist durch schräg gestelltes Gitter gedeckt und mit Stopfen zu schliefsen. Der Wasserverbrauch wird ganz freigegeben und darf zur Beförderung von Reinlichkeit und Kühlung verschwenderisch betrieben werden.

Die Kühlkammern. In der Mitte der Rückwand befindet sich eine 1^{m} breite Doppelthür, welche in die Kühlkammer führt. Der Raum liegt in gleicher Fufsbodenhöhe mit der Schlachtkammer, ist $2{,}75^{m}$ im Lichten hoch, 8^{m} lang und $3{,}70^{m}$ tief. Die Langwände sind massiv, durch Bretterbekleidung auf Seite der Schlachtkammer isolirt, die Querwände, welche die einzelnen Abtheilungen bilden, ganz von Holzwerk.



Die Decke ist von Eisenblech, wie vorstehende Skizzen zeigen, construirt. Ueber derselben ist das Eis bis 4^{m} hoch aufgepackt und füllt, da Mittel- und Scheidewände fehlen, einen Raum von 8^{m} Breite, 39^{m} Länge und 4^{m} Dicke. Die beiden Schlachtgebäude enthalten jetzt 3 derartige Eisbehälter, zu deren Füllung 3750 kb^{m} Eis erforderlich sind.

Die eisernen Böden bestehen aus gewalzten Trägern mit 25^{cm} Höhe, 10^{cm} Flanschenbreite und 9^{m} Länge, wovon 1^{m} in den Mauern liegt, und einer aufgenieteten 6^{mm} starken Eisenblechdecke. Die Blechtafeln sind mit 10^{mm} starken Nieten auf die Träger befestigt, an allen 4 Wänden 15^{cm} hoch aufgebogen und gegen die Holzverkleidung der Wände geschraubt. — Der Blechboden ist mit $10{,}5^{mm}$ Pfeilhöhe gewölbt, so dafs von der Mitte nach beiden Seiten das Thauwasser der rinnenförmigen Seitenaufbiegung zufliefst und durch Löcher von 25^{mm} Durchmesser und 55^{mm} lange eingelöthete Zinkblechrohre in die darunter gehängte Wasserrinne fällt. Die Abflufslöcher sind auf beiden Langseiten in Entfernung von 1^{m} von einander zwischen den Trägern angebracht. — Blechböden und Balken sind zweimal mit Oelfarbe gestrichen.

Die Wände des Eisraumes sind $0{,}94^{m}$ dick, mit Luftschicht gemauert, gegen die Aufsenseite durch die vorliegenden Räume, gegen die Innenseite durch $0{,}20^{m}$ abstehende Brettbekleidung mit Häcksel- oder Sägespahn-Ausfüllung geschützt. Die Decke wird von einer doppelten Balkenlage mit Brettabdeckung in 1^{m} Zwischenraum gebildet, welcher mit Sägespähnen gefüllt ist. —

Die Eiseinbringung erfolgt von der Mittel-Durchfahrt und den Giebeln aus auf schrägen Karrbahnen, welche nach den Verschlufsthüren des Raumes gelegt werden. Wenn das Eis in guter Beschaffenheit fast 4^{m} hoch eingepackt worden, so hält es sich bis zum Spätherbst, was hinreichend ist, da die Kühlräume vorwiegend in der Zeit von Mai bis Ende August zur Geltung kommen.

Jeder Schlachtkammer ist eine Kühlkammer zugetheilt, welche mit Haken an Wänden und Decke zum Aufhängen von Fleisch versehen ist. Eine Gasflamme erleuchtet bei der Arbeit den sonst dunkeln Raum.

In der gleichmäfsig auf + 2 bis 4 ° R. verbleibenden Temperatur erhält sich das Fleisch wochenlang ganz frisch, ohne an Farbe oder Geschmack zu verlieren und dem verderblichen Einfluss des Frostes, wie bei der unmittelbaren Berührung mit Eis, ausgesetzt zu sein. — Auch die Luft bleibt in dem Raume durchaus rein, obwohl weder Oeffnungen noch Dunstzüge angebracht sind, wovon der Grund darin liegen mag, dafs alle Dünste und Feuchtigkeiten der Luft aufsteigend sich an der kalten eisernen Decke niederschlagen. Das Schwitzwasser läuft mit dem Thauwasser durch die Hängerinne ab. Der mit Klinkern gepflasterte Fufsboden ist unterirdisch entwässert.

Derartige Kühlräume zur Aufbewahrung für Fleisch sind seit längerer Zeit in Hamburg in Benutzung. — Neuerdings ist dasselbe Princip der Eislagerung auch in Bierbrauereien zur Geltung gekommen.

Die unmittelbare Verbindung von Schlachtkammer und Kühlraum in gleicher Fufsbodenhöhe macht die Benutzung für die Schlächter aufserordentlich bequem und erspart jeden weiteren Aufbewahrungsraum in der Stadt, da der tägliche Bedarf jeden Morgen der Kühlkammer entnommen werden

Digitized by Google

kann. — Sollten später Grofsschlächtereien für den Wiener Markt in Betrieb kommen, so würde der weitere Vortheil hervortreten, dafs die Verladung aus der Kühlkammer unter demselben Dach in die Eisenbahnwagen erfolgen kann.

Der sehr luftige Bodenraum über den Eisbehältern ist durch Lattenverschläge den Schlächtern zum Trocknen der Häute und Aufbewahrung von Geräthen zugetheilt. Der mittlere Theil des Dach-Fufsbodens bleibt frei und als Zugang zu dem Eisraum aufzunehmen.

Die bedeckten Höfe. Zwischen jeder Schlachtkammerreihe und der gegenüberstehenden Stallung liegt ein bedeckter Hof von $9{,}_{49}$ m Breite und 93 m Länge.

Das freitragend construirte offene Holzdach ruht auf Mauerpfeilern, welche sich über die Dächer der anstofsenden Gebäudetheile erheben. Die Zwischenfelder sind offen gelassen, doch schützen die weit überstehenden Dachränder gegen Sonne, Schnee und Regen.

In diesen Höfen werden die Fleischwagen beladen.

An den Wänden sind Ringe eingelassen zum Anbinden des Schlachtviehes, welches, vom Markte kommend, sogleich geschlachtet werden soll. In der Mittelachse jedes Hofes stehen zwei Saufbecken von Marmor, deren Details auf Blatt 57 gegeben sind. Das ovale, 5 m lange, $1{,}_{8}$ m breite Bassin ist durch eine erhöhte Mittelwand, aus welcher das Wasser durch Löwenköpfe strömt, getheilt, damit gegenüberstehende Thiere sich mit den Hörnern nicht berühren können.

Die bedeckten Höfe sind vorläufig nur mit Trachitwürfeln gepflastert. Sollten sie später zum Schlachten von Kleinvieh benutzt werden, so können Mettlacher Fliesen an Stelle dieses vorläufig genügenden und billigeren Materials verlegt werden.

In jedem Schlachtgebäude sind die beiden parallel laufenden Höfe in der Mitte durch eine Durchfahrt, an den Enden durch Gänge verbunden, welche zu den Bodentreppen und Bedürfnifsanstalten führen.

Die Rinderställe. Jede Abtheilung der Stallgebäude bietet Raum für 80 bis 100 Rinder, so dafs 480 bis 600 Stück eingestellt werden können.

Die Decken sind auf gewalzten Trägern und gufseisernen Säulen 3 m hoch gewölbt. — Krippen von Granit liegen an den Langwänden, so dafs zwei Standreihen mit Mittelgang die Gebäudetiefe von $8{,}_{22}$ m einnehmen. — Der Fufsboden ist mit Klinkern in Gefälle nach zwei Rinnen abgepflastert, welche unterirdisch entwässert werden. An den Enden jeder Abtheilung liegt eine Bodentreppe und eine Knechtekammer. Schiebethüren und stellbare gufseiserne Fensterrähme verschliefsen die Oeffnungen. Von den darüberliegenden Böden wird das Futter durch Klappöffnungen im Gewölbe herabgeworfen.

Die Fronten. Die Giebel der 7 Satteldächer, welche ein Schlachtgebäude decken, sind durch höher geführte Eckbauten maskirt, so dafs $76{,}_{20}$ m lange Hauptfronten zur Erscheinung kommen. Die grofsen Portalbogen derselben sind durch Schlufssteine mit charaktervoll modellirten Büffel- und Ochsenköpfen geschlossen, deren mächtige Hörner aus Kupferblech getrieben worden. — In der Mitte jeder Front tritt ein ovales Marmor-Wasserbassin aus der Plinthe hervor. — Ueber den Eingangsthüren liegen die Bodenluken mit vorspringenden Steinplatten zum bequemen Abladen der Heu- und Strohwagen.

Das Viehgehege. (Blatt 56 u. 60.)

Mitten zwischen den Schlachtgebäuden, 10 m breite Strafsen auf beiden Seiten freilassend, liegt ein 40 m breites und 75 m langes Viehgehege. Die Barrièren, auf Blatt 60 dargestellt, sind $2{,}_{40}$ m hoch, aus eichenen Säulen und Rahmen mit fünfmaliger Rundholzverriegelung hergestellt. Schwere Schiebethore schliefsen die Zugänge.

Die starken Maafse dieser Einhegung sind bedingt durch die unbändige Natur der Thiere, welche, von halbwilden Heerden zugetrieben, hier zum ersten Male die unbeschränkte Freiheit entbehren. Der auf der Puszta aufgewachsene Stier nimmt minder hohe Barrièren im freien Sprunge, und der gewaltigen Kraft, welche der Büffel im Anstemmen des krummen Horns entwickelt, widerstehen nur sehr starke Constructionen.

Die Viehschwemme in der Mitte des Geheges hat Brüstungsmauern, welche mit $0{,}_{22}$ m starken, $0{,}_{62}$ m breiten und 2 m langen Steinplatten abgedeckt sind. Diese Platten mufsten durch vorgerammte Pfähle geschützt werden, weil sie von dem Büffel beharrlich abgehoben wurden.

Das Schwemmbassin, $17{,}_{25}$ m lang und 76 m breit, ist mit schräg gestellten Klinkern bis zur Tiefe von $1{,}_{5}$ m muldenförmig abgepflastert. Wasser fliefst beständig aus den Sauftrögen an den Brüstungen durch die Ueberläufe in das Schwemmbassin, welches ein Grundablafs mit Schieberventil entwässert.

Das Probe-Schlachthaus mit dem Wasserthurm.
(Blatt 57 u. 58.)

Das Probe-Schlachthaus erscheint als das bedeutendste Bauwerk der Anlage durch den Wasserthurm, welcher sich über seiner Mitte erhebt. — Um Namen und Zweck dieses Gebäudes zu erklären, bedarf es der Erwähnung eines eigenthümlichen Geschäftsverfahrens, welches auf dem Pester und Wiener Markte angewendet wird, wenn mehrere Schlächter gemeinschaftlich eine ganze Heerde Schlachtvieh kaufen. Durch amtliche Schätzmeister wird der Beschaffenheit der Stücke nach die Theilung bewirkt, durch das Loos ein Theil ausgeschieden und in dem Probe-Schlachthaus unter amtlicher Controle geschlachtet. — Nach dem aus dieser Probeschlachtung sich ergebenen Durchschnittsgewicht erfolgt dann der Abschlufs des Kaufgeschäfts.

Das Probe-Schlachthaus hat zu diesem Zweck einen Raum, in dem bis 20 Stück Rinder gleichzeitig geschlagen werden können, ein Commissionszimmer für die Schätzmeister, eine amtliche Waage und eine Stallung von entsprechender Gröfse, um eine ausgelooste Abtheilung Vieh aufzunehmen.

Die Waage steht im Mittelraum. Der Schlachtraum ist $7{,}_{59}$ m breit und 47 m lang und wie die Schlachtkammern eingerichtet. An das Commissionszimmer stöfst die Verzehrsteuer-Expedition mit Schalter und Schutzdach nach der Seite des Verbindungsthors zum Viehmarkt. — Ein Dienerzimmer liegt gegenüber der Bodentreppe und dem Closetraum am Seiteneingange. Ein Vorraum des für 20 bis 28 Stück Vieh genügenden Stalles enthält die Futterbodentreppe und die Knechtkammer.

Die Decken sämmtlicher Räume sind ohne Stützen auf gewalzte Träger gewölbt.

Aus dem Mittelraum führt eine eiserne Wendeltreppe nach dem ersten Stock des Wasserthurms, dessen Durch-

Digitized by Google

schnitt auf Blatt 58 gegeben ist. — Die Fundamente des Thurmes stehen auf einem 1 m starken durchgehenden Betonbanket und umschliefsen ein überwölbtes Bassin, aus welchem ein gemauerter Abfluſs-Canal nach der Donau geht. Der Erdgeschofsraum ist $7,_{5}$ m hoch, mit einer Kuppel überwölbt, auf deren Mitte der gufseiserne Maschinenschornstein steht. Das Rohr ist $22,_{54}$ m hoch, bei $0,_{41}$ m Durchmesser und 16 mm Wandstärke, mit Flanschen verschraubt und von einer leichten schmiedeeisernen Wendeltreppe bis zum Dachboden umgeben. Der Rauch geht von den Kesselfeuerungen unter dem Fufsboden in den gemauerten Schornstein, welcher im rechten Eckpfeiler des Thurmes aufsteigt und über die Kuppelwölbung zum eisernen Rohr geschleift ist.

Das Dach des Thurmes krönt ein gufseiserner achteckiger Schornsteinkopf von $4,_{7}$ m Höhe und $1,_{25}$ m Durchmesser, in dessen Grundplatte das Sparrenwerk zusammenläuft.

Das eiserne Rohr und die Wendeltreppe gehen durch den Scheitel des zweiten Thurmgewölbes und die Mitte des ringförmigen Wasserbassins.

Die Eisbildung im Bassin wird durch die Wärme, welche das Rauchrohr abgiebt, selbst bei strenger Kälte verhindert.

Das schmiedeeiserne Bassin enthält gefüllt 185 kbm Wasser und wiegt mit Eigengewicht 211250 Kilo, so dafs die Gewölbeconstruction mit 4200 Kilo pro □m in Anspruch genommen wird. Das parabolische Gewölbe, welches mit einem Scheitelausschnitt von $1,_{8}$ m Durchmesser den quadratischen Raum von $6,_{59}$ m Seite deckt, ist nach der Hagenschen Theorie berechnet und mit $0,_{23}$ m Dicke am Widerlager und $0,_{70}$ m Dicke am Rande des mittleren Ausschnitts ausgeführt. Die Hintermauerung wurde nicht voll, sondern in Rippen angelegt, auf welchen die schwachen eisernen Unterlagen des Bassins ruhen. — Die Verankerung, durch welche die in den Thurmwänden liegenden Anker diagonal verbunden werden, ist nicht bestimmt, der Gewölbeconstruction gegenüber in Function zu treten, da dieselbe keinen excentrischen Schub üben kann, sondern die Eckpfeiler des Thurmes gegen den starken Druck der Mauerbogen zusammenzuhalten. Diese Pfeiler zeigten anfänglich eine Neigung, seitlich in der Widerlagshöhe der ersten Bogen auszuweichen. Die eingefügten Verankerungen und bei höherem Aufbau die stärkere Belastung haben den Fortschritt der Bewegung jedoch gänzlich wieder aufgehoben.

Auf dem Boden über dem Bassin steht die Uhr mit zwei Zifferblättern, eins nach dem Schlachthause, das andere nach dem Viehmarkt gerichtet.

Die Vorderfront des Thurmes trägt das Wappen der Stadt. Die Fasces mit den Beilen, welche die Eckthürmchen krönen, sind in Gufseisen ausgeführt.

Mit niedrigem Dach stöfst das Maschinenhaus an die Rückseite des Probe-Schlachthauses, zwei Dampfkessel und einen überwölbten Raum für die Dampfmaschine enthaltend, darunter steht das Pumpwerk in vertieftem Schacht. — An das Kesselhaus stofsen rechts und links Kohlenschuppen.

Da die Mauer, welche das Schlachthaus von dem Viehmarkte trennt, die Verzehrsteuergrenze bildet, so wird von den drei Verbindungsthoren gewöhnlich nur das an dem Probe-Schlachthause zunächst dem Steuer-Büreau liegende geöffnet.

Die Gehege des Viehmarktes. (Blatt 59 u. 60.)

Bei Anlage des Viehmarktes konnte von Ueberdachung der Verkaufsstände vorläufig Abstand genommen werden, da die aufgetriebenen Rinder- und Büffelheerden nur in gröfsere und kleinere Gehege gebracht, die einzelnen Thiere jedoch nicht angebunden werden. — Schafe und Kälber kommen in verhältnifsmäfsig geringer Zahl, Schweine gar nicht auf den Markt.

Der ganze Schweinehandel ist in Pest-Steinbruch vereinigt, wo einzelne Händler und eine Actiengesellschaft Anstalten zur Mastung und zum Export errichtet haben, in deren Sandbuchten gewöhnlich ein Bestand von 30- bis 50000 Stück gehalten wird.

Die Einrichtungen des Viehmarktes beziehen sich wesentlich auf den Hornvieh-Handel. Die Gehege genügen für 5000 Stück Grofs- und 4000 Stück Kleinvieh.

Die Construction der Barrièren ist auf Blatt 60 dargestellt.

Der Kiesgrund zwischen den gepflasterten Strafsen ist mit Gefälle nach Senkkasten angeordnet und unterirdisch entwässert.

In der Mitte der Gehege am Kreuzungspunkte der Auftriebsstrafsen liegt eine bassinartige Schwemme mit Saufträgen an den Brüstungen. In der Nähe derselben, vor den Kleinviehgehegen sind die Viehwaagen aufgestellt.

Die beiden Hauptthore, welche den Zutrieb und den Wagenverkehr mit der Soroksárer Strafse vermitteln, stehen zunächst dem Schlachthause. — Auf der breiten Verbindungsstrafse zwischen den Thoren stellen sich Pferde und Wagen auf. Daselbst giebt ein an der Rückseite des Maschinenhauses liegendes halbovales Marmorbassin das Wasser zum Tränken der Pferde.

Die Rampe mit den Verladegehegen an der Hinterfront kann erst dann ausgeführt werden, wenn die Verbindungsbahn vollendet worden ist. So lange deren Betrieb nicht eröffnet ist, hat auch der Viehhandel auf dem Pester Markte lediglich eine locale Bedeutung, da wesentlich die mangelhaften Transportverhältnisse Fettvieh und Kleinvieh vom Markte fernhalten. Der Rampe wird solche Ausdehnung gegeben, dafs 24 Waggons gleichzeitig verladen werden können. Die Verladegehege und Zählbuchten sind auf 800 Stück Grofsvieh berechnet.

Das Eisenbahnstationshaus auf der einen Seite enthält das Abfertigungsbüreau und eine Wohnung für den Bahnwärter. — In dem Eckgebäude gegenüber und dem anstofsenden Gehege wird Seuche-verdächtiges Vieh zur Beobachtung eingestellt. —

Von den Rangirgeleisen vor der Rampe ist mit Drehscheiben eine Abzweigung nach dem Schlachthause angenommen, auf welcher die Fleischtransportwagen bis in die bedeckten Höfe der Schlachtgebäude laufen sollen. Erst wenn diese in Aussicht genommenen Anlagen vollendet sein werden, kann der Pester Markt und das Schlachthaus eine dem Heerden-Reichthum des Landes entsprechende Bedeutung gewinnen.

Die Stallungen des Viehmarktes. (Blatt 60.)

Die vier Stallgebäude, welche an den beiden seitlichen Grenzmauern stehen, können 320 bis 400 Rinder aufnehmen.

Digitized by Google

Die Ausführung der Ställe ist dieselbe wie im Schlachthause. Zwischen je 2 Ställen liegt eine grofse, schräg abgepflasterte Dunggrube mit Abortsgebäude.

Die Verwaltungsgebäude des Viehmarktes. (Blatt 59.)

Das Verwaltungsgebäude des Viehmarktes enthält die Büreaus des Marktinspectorats, einen Börsen- und Versammlungssaal mit offener Halle, und die Wohnung des Futtermeisters. — Weiterer Räumlichkeiten bedarf der Marktverkehr vorläufig nicht und ein Restaurationslocal erschien nicht wünschenswerth.

Etwas Gartenanlage und Baumreihen an den gepflasterten Strafsen vor den Ställen und an der Schlachthausgrenze sollen einigen Schatten auf dem sonnigen Markte gewähren, welcher durch zahlreiche Wasserausläsee staubfrei erhalten werden kann.

Die Wasserversorgung. (Blatt 50 u. 58.)

Die Leitungen der Wasserversorgung sind im Grundrifs Blatt 50 eingezeichnet.

Obwohl zur Zeit des Beginns der Bauausführung das grofse neue städtische Wasserwerk schon soweit fertig hergestellt war, dafs von dem Hochreservoir in Steinbruch die Wasserversorgung der Anlagen übernommen werden konnte, so wurde doch von dieser Verbindung Abstand genommen. Die Kosten der Zuleitung wären kaum geringer geworden als die der Aufstellung einer eigenen Maschine, und das Wasserconsum hätte einer Controle und Tarifirung unterlegen, welche leicht zu einem sparsamen, also durchaus nicht dem Bedürfnifs eines Schlachthauses entsprechendem Verbrauch geführt haben würden.

Um die Anstalt in jeder Richtung selbstständig hinzustellen, wurde auf dem eigenen Terrain an der Rampe vor dem Hauptportal ein überwölbter Brunnen von $4{,}_{39}$ m Durchmesser angelegt, dessen Sohle 3 m unter dem Nullpunkt der Donau in wasserreicher Kiesschicht steht. Ein gufseisernes Flanschenrohr von 15 cm Durchmesser verbindet in 188 m langer Saugeleitung den Brunnen mit dem Pumpwerk und dieses in 38 m langer Druckleitung mit dem Reservoir des Wasserthurmes. Die Sohle des Brunnens liegt -3 m unter dem Nullpunkt, die Pumpencylinder $+4{,}_{29}$ m und der obere Rand des Bassins $+31{,}_{25}$ m über dem Nullpunkte des Donau-Pegels.

Das Pumpenwerk, welches durch eine horizontale Dampfmaschine von 250 mm Cylinderdurchmesser und 400 mm Hubhöhe betrieben wird, schöpft in 10 Stunden 185 kbm Wasser bei 75 % Nutzeffect aus dem Brunnen in das Reservoir. — Eine Reservepumpe ist nebenbei bestimmt, die Abflüsse aus dem Cloakenbassin unter dem Wasserthurm zur Feldberieselung bis $+15{,}_{6}$ m zu heben. Bisher ist jedoch von dieser Anordnung kein Gebrauch gemacht worden.

Zwei Kessel von $0{,}_{99}$ m Durchmesser und $2{,}_{93}$ m Länge erzeugen den Dampf gleichzeitig zum Betrieb der Maschine und zum Gebrauch der Kochkessel in den Kaldaunenwäschen, mit welchen sie durch unterirdische Leitung verbunden sind.

Das schmiedeeiserne Reservoir hat $7{,}_{53}$ m Durchmesser mit einem mittleren kreisförmigen Ausschnitt von $1{,}_{86}$ m Durchmesser und ist bei $3{,}_{92}$ m Höhe aus $0{,}_{92}$ bis $1{,}_{20}$ cm starken Blechen und Verstärkungsrippen von $0{,}_{18}$ m vernietet. Das Gewicht der Construction beträgt 13250 Kilo. Bei voller Füllung enthält das Reservoir 185 kbm Wasser und wiegt mit Eigengewicht 211250 Kilo. Ein gufseisernes Ueberlaufrohr von $0{,}_{15}$ m Durchmesser verbindet das Reservoir mit dem Cloaken-Bassin.

Die Vertheilungsleitung beginnt mit gufseisernen Rohren von 15 cm Durchmesser und endigt mit Bleirohren von $1{,}_{57}$ cm. Für die Ausläsee sind fast überall Peet'sche Patent-Niederschraubhähne zur Anwendung gekommen, da die Gummiplatten der sonst allgemein gebräuchlichen Niederschraubhähne bei rücksichtsloser Handhabung leichter verdorben werden, als die Metallplatten jener Construction. Dem Bedenken, dafs diese Hähne nicht immer ganz dicht schliefsen, brauchte im vorliegenden Falle ein besonderes Gewicht nicht beigelegt zu werden.

Die Maschine wird fast den ganzen Tag im Gange erhalten, da eine grofse Anzahl Wasserausläsee, zumal in den heifsen Monaten, beständig fliefsen, um Kühlung der Räume und Spülung der Canäle zu bewirken. Das Wasserwerk versorgt zugleich den Viehmarkt und die zahlreichen Ausläsee zum Sprengen des Vorplatzes, der Strafsen und Gehege.

Für jede Schlachtung sind etwa $0{,}_{3}$ kbm Wasser zu berechnen. Da im Jahre 1873 nun 106485 Schlachtungen stattfanden, so verbrauchten dieselben 31935 kbm Wasser in 300 Tagen oder etwa 100 kbm per Tag. Wenn das Pumpwerk also 10 Stunden arbeitet, so bleiben von den 185 kbm des erforderten Quantums noch 85 kbm pro Tag für den Bedarf der Wohnhäuser, der Stallungen, Aborte und Sprenghähne.

Im Central-Schlachthof zu Paris werden $0{,}_{21}$ kbm auf jede Schlachtung gerechnet und in Mailand $0{,}_{49}$ kbm, so dafs der Verbrauch in Pest etwa die Mitte beider Annahmen hält.

Die Entwässerung.

Es lag, wie schon erwähnt, die Absicht vor, die Gebrauchswasser des Schlachthauses und Viehmarktes zur Berieselung der nahe liegenden ziemlich unfruchtbaren städtischen Ländereien zu benutzen, wodurch fast der gesammte Futterbedarf auf die billigste Weise gewonnen werden könnte, doch wurde die Ausführung der Rohrleitung verschoben bis zur Vollendung der Verbindungsbahn, welche jene Terrains durchschneidet. Die Bedeutung der Anlage eines Rieselfeldes bei Pest darf nicht unterschätzt werden, da es erstens ein gutes Beispiel geben würde, für dessen Nachahmung die günstigste Gelegenheit in der Umgebung der Stadt geboten ist, und zweitens würde der Ertrag gegenüber der kostenfreien Beschaffung des fruchtbarsten Rieselwassers ein aufserordentlich hoher sein, welcher jetzt bei freiem Abfluss nach der Donau gänzlich verloren geht.

In Mailand wurde schon im Jahre 1865 die Benutzung eines Theils der Abflufswasser für 3000 Fl. per Jahr verpachtet, wobei die Verwaltung des Schlachthauses noch ihre eigenen Ländereien zur Futtergewinnung berieseln konnte. Da das dort benutzte Wasserquantum nur die Hälfte des in Pest producirten beträgt, so läfst sich daraus ein Schluss auf die Bedeutung rationeller Verwerthung desselben machen.

In Pest könnten mit 185 kbm Wasser, welches jetzt der Donau zufliefst, 7 Hectar berieselt und darauf 75- bis 100000 Kilo Grünfutter gewonnen werden, ein Ertrag, der wohl den gröfseren Theil des Bedarfs an Stallfütterung für das Schlachthaus und den Viehmarkt decken würde.

Digitized by Google

Die Absicht der Berieselung wirkte bestimmend ein auf das ganze System der Entwässerung. — Das Canalnetz, dessen Leitungen, Einfälle und Schachte in den Grundrifs Blatt 50 eingezeichnet sind, besteht aus thönernen Rohren der Doulton'schen Fabrik, mit $0{,}_1$" Durchmesser beginnend und mit $0{,}_{62}$" Durchmesser endigend. Soll die Berieselung in Betrieb gesetzt werden, so fliefsen sämmtliche Gebrauchswasser in das Bassin unterm Wasserthurm zusammen, aus welchem die Pumpe schöpft. — So lange dies nicht der Fall ist, gehen die Abflüsse aus dem Hauptrohr unmittelbar durch den Schieber, vor dem Probe-Schlachthaus in den gemauerten Canal, welcher das Bassin mit der Donau verbindet.

Dieser Canal, eiförmig gemauert, mit $0{,}_{94}$" Höhe, durch eine Ueberfallschütze im Bassin geschlossen, mündet in einen massiven Canalkopf mit Schieber gegen Hochwasser an dem Donau-Ufer. — Der Canalkopf ist von Hausteinen mit Flügelwänden construirt und durch eine Spundwand und Abpflasterung gegen Unterspülung geschützt.

Die sämmtlichen Baulichkeiten, Strafsen und Plätze werden mit gleichmäfsigem Gefälle der Rohrleitungen entwässert, in welche die nöthigen Schlammfänge, Einsteigeschächte und Spülgruben eingeschaltet sind.

Die Einfallkasten in den Schlachträumen und den Stallungen sind auf Blatt 60 dargestellt. Die gufseisernen Kasten mit Wasserverschlufs sind durch Abheben der oberen Gitter und der inneren Deckel leicht zu reinigen und sichern gegen das Eindringen der Ratten, welche zur Plage der Schlachthäuser werden, sobald sie sich in den Canälen einnisten können. Die glatten Thonrohrleitungen bieten dazu keinen Anhalt, zumal wenn sie, wie im vorliegenden Falle, sich wohl niemals ganz trocken laufen.

Die Senkkasten der Schlächtereien werden täglich durch Herausnahme der Sinkstoffe und Spülung mit dem Schlauch gereinigt.

Die Einfallkasten in den Strafsen und Gehegen sind mit Sandfängen versehen.

Die Closets für das Arbeitspersonal sind mit einem Sammelbassin construirt, welches bis zum Ueberlauf mit Wasser gefüllt und täglich abgelassen wird. Die Pissoirs werden über Schieferplatten-Bekleidung beständig gespült.

Die Gasleitung.

Die Beleuchtung des Schlachthauses und Viehmarktes ist von der städtischen Gasanstalt übernommen worden. — Aufser den Strafsenlaternen, welche aus Rücksicht für die öffentliche Sicherheit die ganze Nacht brennen müssen, erfordert der Geschäftsbetrieb die zeitweise Erleuchtung der Schlachträume und Stallungen, damit an kurzen Tagen früh Morgens und Abends bei Licht gearbeitet werden kann. Es sind demgemäfs sämmtliche Räumlichkeiten mit Gasleitung und einfachen Auslässen versehen worden.

Die Verwaltung.

Das städtische Verwaltungspersonal des Schlachthauses besteht aus Director, Thierarzt, Controleur, Kanzlist, zwei Aufsehern und Schätzmeistern, Haus-Inspector, Maschinist und Heizer. Tagearbeiter werden nach Bedarf angenommen.

Der Viehmarkt wird besorgt durch einen Futtermeister mit zwei Knechten. Als Wachmannschaft werden 6 Wachtleute, von einem Corporal geführt, in Dienst gestellt.

Mit dem Tage der Eröffnung, dem 15. August 1872, wurden die 32 in der Stadt befindlichen Privatschlächtereien geschlossen, der Zutrieb von Vieh jeder Art nur noch auf der Soroksárer Linie gestattet und die Einführung ausgeschlachteten Fleisches ärztlicher Controle unterworfen.

Die Fütterung der eingestellten Thiere wird auf dem Markte durch die Verwaltung besorgt. Im Schlachthause ist es den Schlächtern überlassen, eigene Vorräthe zu halten oder das Futter von der Verwaltung nach amtlich festgestelltem Tarif zu kaufen. Die Gebühren sind so niedrig angenommen, dafs die Verwaltung des Schlachthauses allein ohne den Ertrag des Viehmarktes Ueberschüsse vorerst wohl kaum erzielen würde.

Durch Verbindung mit dieser sehr billig hergestellten und bei regem Verkehr sehr nutzbringenden Anlage verzinst sich das angelegte Gesammtkapital für die Stadt vom ersten Jahre ab schon mit etwa 10 %. —

Nachstehende Zusammenstellung giebt die Gröfse des Markt- und Schlachthaus-Verkehrs im Jahre 1873.

1873	Ochsen	Kühe	Kleinvieh
Auftrieb	90822	47677	104040
Verkauft in Pest-Ofen	39541	21223	55006
Abtrieb nach Auswärts	42846	22703	43299
Gesammt-Verkauf . .	82387	43926	98305
Unverkauft blieben . .	8435	3751	5735
Geschlachtet wurden .	33387	15920	57178

Die amtlichen Tarife bedingen folgende Gebühren:

Pro Stück	Im Schlachthause						Auf dem Viehmarkte					
	Schlachtgebühr		Stallgeld		Transport des Fleisches		Stand- u. Marktgebühr		Standgeld		Waagegebühr	
	Fl.	Kr.	Fl.	Kr.	Fl.	Kr.	Fl.	Kr.	Fl.	Kr.	Fl.	Kr.
Grofsvieh	1	—	—	10	—	50	50	—	—	15	—	10
Kalb . .	—	20	—	3	—	10	—	15	—	2	—	2
Kleinvieh	—	5	—	2	—	5	—	7	—	2	—	2

Der Fleischtransport wird gegen vorstehende Gebühr durch die Wagen der Anstalt nach der Stadt besorgt.

Für Benutzung der Kühlräume wird keine Vergütigung erhoben, in den Kaldaunenwäschen jedoch per Stück Grofsvieh 5 Kr. und in dem Probe-Schlachthause 1 Fl. 10 Kr. berechnet. Die Waagegebühr beträgt pro 50 Kilo Fleisch 3 Kr.

Es können die vorstehenden Mittheilungen nicht geschlossen werden, ohne besondere Anerkennung der aufserordentlichen Aufmerksamkeit, welche die Behörden der Stadt dem Unternehmen widmeten, und der Bereitwilligkeit, mit welcher die Mittel zu derartiger Ausführung gewährt wurden, dafs nicht allein den wirthschaftlichen und technischen Bedürfnissen entsprochen, sondern auch den Bauanlagen eine stattliche äufsere Erscheinung gegeben werden konnte.

So wie dieses Etablissement seine Entstehung und Durchführung vorwiegend der Anregung und Theilnahme des Bürgermeisters Carl Kammermayer verdankt, so bleibt demselben auch die Ehre der Herausgabe dieser Mittheilungen in ungarischer Sprache, deren Bearbeitung im Auftrage der städtischen Behörden von Buda-Pest erfolgt ist.

Hennicke & v. d. Hude.

Digitized by Google

Die hydraulischen Hebevorrichtungen auf dem Bahnhof Berlin der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 61 und 62 im Atlas.)

Die Annahme der Post- und Eilgüter, sowie des Passagier-Gepäcks erfolgt in der untersten Etage der Bahnhofs-Anlage, während die Perrons sich im nächst höheren Stockwerke befinden und die Oberkante der Schienen durchschnittlich 12′ höher liegt, als der Fufsboden der Annahme-Localitäten.

Zur Ausgleichung dieser Höhendifferenz, also zum Heben der bezeichneten Güter sind hydraulische Hebevorrichtungen in Anwendung gebracht.

Zur Zeit der Project-Aufstellung gingen täglich circa 11 Züge von der Station Berlin ab, welche Passagier-, Post- oder Eilgut beförderten; dieselben bestanden aus 3 Schnell- und Courierzügen, welche namentlich viel Passagiergut führten, 4 Personenzügen, welche aufser dem Passagiergut besonders viel Post- und Eilgut beförderten, und 4 Localzügen mit verschiedenem Gut in geringerer Masse. Die übrigen Localzüge dienten nur dem Personenverkehr.

Stark frequentirte Züge führten bis zu 150 Ctr. Postgut, 130 Ctr. Passagiergut und 150 Ctr. Eilgut. Die Einrichtungen zur Hebung der Güter sind jedoch der Art getroffen, dafs sich diese Zahlen, ohne die Leistungsfähigkeit der Maschinen zu überschreiten, auf das Doppelte erhöhen können. Es sind hierbei zum Verladen des Postgutes circa 2 bis 3 Stunden, des Passagier-Gutes 20 Minuten, des Eilgutes 2 bis 3 Stunden zur Verfügung.

Die Räume der Postverwaltung liegen im Kopfgebäude der Station, die der Passagiergut-Annahme ungefähr in der Mitte des Abfahrtsflügels, diejenigen für das abzusendende Eilgut in einem besonderen Gebäude am Ende des Perrons. Da sich die Gepäckwagen im Zuge im Allgemeinen nahe der Locomotive, also dem Ende der Station befinden, so mufs das Post- und Gepäck-Gut auf Gepäck-Karren längs der Geleise gefahren werden. Um hierdurch den Perron möglichst wenig zu beengen, wurde es vorgezogen, die Karren in Tunnels unter demselben bis in die Nähe der Gepäckwagen zu fahren und dort erst die Hebung vorzunehmen.

Da jedoch in einzelnen Fällen der Postwagen am Ende des Zuges, also am Anfang der Halle steht und somit ein Rücktransport auf dem Perron eintreten würde, so ist auch im Kopfgebäude unmittelbar neben den Postbüreaus ein Aufzug angelegt, der die gleichen Dienste zu leisten hat, wie die bereits erwähnten, und nach Bedarf auch für Passagiergut benutzt werden kann.

Aufserdem sind in den Hebungsräumen noch Noth-Aufzüge für den Fall vorhanden, dafs durch eine Betriebsstörung an der Hauptrohrleitung oder der Dampfmaschine die hydraulischen Aufzüge sämmtlich nicht gangbar sein sollten. Das Wasser ist dann im äufsersten Fall durch den Ablafshahn aus jedem Cylinder zu entfernen, die Karren werden auf die unten befindliche Plattform gefahren und durch 4 an der Nothaufzugkette angebrachte Haken erfafst. Endlich kann auch durch Herablassen des einen Aufzuges für das Gepäck und Ueberdeckung der Oeffnung für den anderen mittelst einer daneben befindlichen Klappe zugleich der Handtransport auf einer in demselben Raume angelegten Treppe ermöglicht werden.

Die Gepäckkarren haben leichte hölzerne Gestelle, bestehend in einer Plattform aus Rahmenhölzern und Latten, mit fester Vorder- und Rückwand, während die Seitenwände fehlen. Von den Rädern sitzen zwei auf einer festen Achse, während das dritte aus einer Lenkrolle besteht, deren Lagergabel sich um einen Vertikalzapfen drehen läfst.

In den für den Post- und Gepäckverkehr getrennt angelegten Tunnels liegen doppelte Schienenbahnen für die Karren, um dieselben leicht bewegen zu können und eine gegenseitige Behinderung bei dem Begegnen zu vermeiden; an den Auslaufstellen jedoch, wo sich die Bahnen kreuzen würden, ist der ganze Raum mit schlichten $^3/_4$″ starken Gufseisenplatten belegt, die blos durch einige Nasen vor dem Verschieben geschützt sind.

Da namentlich für das Post- und Passagiergut eine schleunige Beförderung vor Abgang eines Zuges erforderlich ist, so mufs dasselbe nebst Wagen und den begleitenden Mannschaften gehoben werden können und der Aufzug demgemäfs construirt sein.

Bei dem Eilgut erscheint jedoch wegen der unregelmäfsigen Form der Collis, sowie der minder eiligen Verladung desselben die Hebung auf einem bestimmten Karren unzweckmäfsig; dagegen ist es hier ökonomisch, nicht alle Aufzüge für das Maximum der mittelst derselben zu hebenden Lasten zu construiren. Es wurden daher 2 Eilgut-Aufzüge, der eine zu 50, der andere zu 30 Ctr. Tragfähigkeit angenommen, durch welche nur die Güter ohne Karren gehoben werden, nachdem eine entsprechende Anzahl derselben mittelst Bodenkarren herangefahren und aufgeladen worden ist. Stücke über 50 Ctr. können mittelst eines neben dem Schuppen befindlichen Drehkrahnes mit Handbetrieb verladen, sehr lange, aber leichte Stücke dagegen von Hand aus dem Erdgeschofs des Schuppens nach dem Lade-Podium gereicht werden.

Die Dampfmaschine sowie der Accumulator mit Zubehör sind in dem nördlichen Ende des Schuppens für ankommendes Eilgut untergebracht, da nur hier der erforderliche Raum disponibel war.

Das zum Betriebe der Maschine erforderliche Wasser wird der Stadtwasserleitung entnommen, welche dasselbe in das Reservoir des Maschinenhauses liefert. Von dort fliefst es in die Pumpen und wird in den Accumulator, die Druckrohre und die Cylinder der Aufzüge gepreſst, in denen es mit einem Arbeitsdruck von 315 Pfd. pro □″ zur Wirkung kommt; mit den Druckröhren gepaart, laufen die Rücklaufröhren, die das verbrauchte Wasser zum Reservoir zurückführen, wo es Rost und Unreinigkeiten absetzt und wieder zur Verwendung kommt.

Aufzüge für Post- und Passagier-Gut.

Im Hebungsraume auf der Abfahrtseite des Stationsgebäudes liegen 4 im Wesentlichen gleiche Aufzüge nebeneinander, wovon 2 dem Post-, 2 dem Passagiergutverkehr dienen. Die beiden letzteren sind auf Blatt 61 Fig. 3 im Grundrifs dargestellt, während die Fig. 1 und 2 Durchschnitte eines der Aufzüge wiedergeben.

Digitized by Google

Die Absperrventile liegen leicht übersichtlich nebeneinander, die 4 Steuerungshändel werden gewöhnlich durch einen Maschinisten gehandhabt und wird nur höchst selten, in Zeiten sehr starken Verkehrs, auf beiden Arten von Aufzügen, die Verwendung von zwei Leuten nothwendig.

Jeder Aufzug hat eine Nutzlast von 20 Ctr. zu befördern und geht abwechselnd mit dem ihm gepaarten, durch einen Mann und leeren Karren beschwerten Aufzuge auf oder nieder; da jedoch nie beide Aufzüge gleichzeitig oben bleiben dürfen, so mufs event. auch das leere Plateau durch Eigengewicht herabsinken, weshalb das Gewicht des Mannes nebst leerem Karren nicht ausbalancirt ist. Die in Rede stehenden Aufzüge erfordern die gröfste Präcision und Sicherheit des Betriebes; sie sind vom Perron aus im oberen Theile sichtbar und sind deshalb besonders sorgfältig, ganz in Eisen und Metall und direct wirkend ausgeführt worden.

Das Plateau besteht in einer leichten Fachwerksconstruction, welche in den gufseisernen Prismen geführt und durch den darunter wirkenden langen Plungerkolben direct gehoben wird; das Plateau trägt die das Geleise bildenden Schienen, einen Prellbock und Geländer, um Karren und Gepäck in seiner Lage zu sichern. Die Mittelschiene wird durch ein ⊔-Eisen gebildet, damit sich die Lenkrolle des Karrens, sobald der letztere auf dem Aufzuge sich befindet, nicht mehr um ihren Vertikalzapfen drehen kann, was eine Verschiebung des Karrens aus der Mittelaxe des Aufzuges bedingen und die Gefahr mit sich bringen würde, dafs das Gepäck unter die Umrahmung des Loches im oberen Fufsboden gerathen und zerdrückt werden würde. Um dies möglichst sicher zu vermeiden, hat die Plattform aufserdem eine gröfsere Breite, als der Raum zwischen den Führungen, so dafs die Ladung eines Karrens, welche beim Auffahren selbst an den Führungen streift, beim Erheben den oberen Rand der Oeffnung doch noch nicht berührt.

Die Cylinder hängen in wasserdichten Brunnen, welche auf die erforderliche Tiefe gesenkt und in der Sohle betonirt sind. Im herabgelassenen Zustande ruht das Plateau auf 2 Buffern, deren Stempel mittelst Schrauben gehoben werden können und so ein genaues Einstellen in der Höhe ermöglichen.

Die Steuerung erfolgt durch einen vom Händel aus zu bewegenden kleinen Metallschieber, der auf einer Metallfläche gleitet und nicht durch ein Ventil ersetzt werden darf, da solche bei den unvermeidlichen Rostkörnchen aus der Rohrleitung etc. leicht am vollständigen Verschlufs gehindert werden. An der, die Händel und Schieberstange verbindenden Steuerstange sind zwei nach Versuchen zu stellende Ringe angebracht, die, von dem am Plateau befindlichen Arme erfafst, ein genaues selbstthätiges Umsteuern und Einhalten des Aufzuges ermöglichen. Durch die gröfsere Länge des Hebels, an welchem die Steuerstange wirkt, geschieht das Umsteuern nicht allzu heftig, so dafs auch bei ungeschickter Handhabung der Steuerung der Maschine kein Schaden erwachsen kann. Da ein Kolben mit innerer Dichtung nicht leicht genug zu überwachen, die Balancirung des Plateaus durch Wasserdruck aber auf ein allzu hoch gelegenes Reservoir führt, so mufsten Gegengewichte angeordnet werden. Die letzteren bestehen aus Gufsplatten, die, durch 2 Schrauben vereinigt, in den dargestellten Blechkasten sich bewegen und durch die Eckwinkeleisen eine ungefähre Führung erhalten. Einzelne Blechtafeln der Wände sind leicht loszunehmen, um die Gewichte durch Auf- und Abnehmen von Platten nach Bedarf reguliren zu können.

Das kleine Stofsventil dient dazu, den Stofs des Wassers bei allzu raschem Schieber-Abschlufs zu mildern. Beim Niedergang des Kolbens entladet sich alsdann das Wasser aus dem Cylinder in die Druckleitung, beim Aufgang saugt der in Bewegung befindliche Kolben aus der Rücklaufrohrleitung, und wird so ein Abreifsen und Zurückfallen des ersteren verhindert.

Es ist für den Aufzugsraum noch zu bemerken, dafs ein aufserordentlicher Grundwasserstand, der jedoch sehr selten eintritt, bis auf + 10′ 6″ über den Nullpunkt des Berliner Pegels reichen kann. Es ist deshalb auch das umgebende Mauerwerk noch wasserdicht in Cement gemauert. Das aus den Stopfbüchsen etc. laufende Wasser kann aber bei so hohem Wasserstand nicht mehr in den sonst dazu bestimmten Senkbrunnen abgeführt werden und könnte im Gegentheil Wasser aus demselben in den Raum treten. Es sind daher in dem kleinen unter der Treppe befindlichen Raume zwei Abzugsrohre angebracht, deren unteres zum Senkbrunnen führt und event. durch einen Ventilkegel verschlossen werden kann. Das zweite wird als Abflufsrohr für eine schlichte Handpumpe benutzt, die an einer passenden Stelle des Maschinenraumes steht und in Thätigkeit zu setzen ist, wenn in Nothfällen bei Rohrbrüchen etc. der Raum oder die Fundamentbrunnen überfluthet werden und entwässert werden müssen.

Sämmtliche 4 Aufzüge sind durch Ventile gleichzeitig oder einzeln abzusperren. Das Hauptventil der Rücklaufleitung ist so angeordnet, dafs das verbrauchte Wasser den Kegel selbst hebt und bei Rohrbrüchen, oder unvorsichtigem Oeffnen einer Verschraubung nicht das Wasser aus der Rückleitung in den Aufzugsraum treten läfst.

Der Post-Aufzug im Kopfgebäude

wird seltener gebraucht und hat ähnlichen Anforderungen zu entsprechen, wie die Eilgut-Aufzüge; auch war an der betreffenden Stelle das Senken eines Brunnens nicht mehr möglich, als die Nothwendigkeit der Anlage dieses Aufzuges erkannt wurde, weshalb ein derart wirkender Aufzug nicht zur Anwendung kommen konnte, sondern ganz die Construction des später beschriebenen, 30 Ctr. tragenden Eilgut-Aufzuges mit dem geringen Unterschied gewählt ist, dafs der Kolben einer Last von 26 Ctr. bei 11′ 6″ Hub entspricht und die Plattform ein Schienengeleis erhalten hat.

Die Noth-Aufzüge

sind einfache Handwinden von 20 Ctr. Tragfähigkeit mit Bremse. Die Zugkette geht über eine Laufkatze mit loser Rolle, damit der Gepäckkarren, welcher über dem Loch im Fufsboden schwebt, leicht an dem unter der Decke befestigten I-Träger entlang gezogen und auf den festen Fufsboden niedergelassen werden kann. Es ist angenommen, dafs vier Mann die Winde bewegen, welche Arbeiter eine Kraftleistung von 30 Pfd. ausüben müssen, um diese, nur im Nothfall eintretende Beförderungsart nicht allzu zeitraubend zu machen.

Die Eilgut-Aufzüge.

Die Construction der beiden Eilgut-Aufzüge ist gleichförmig, und zeigen sich nur in den Dimensionen Verschiedenheiten, welche der verschiedenen Tragfähigkeit entsprechen.

Digitized by Google

Die Aufzüge liegen an der Fensterwand des Eilgutschuppens. Die Plattform wird von einer Art Förderkorb getragen und ist, wie die denselben führenden Säulen, aus Holz mit Eisenbeschlag construirt. Der Korb hängt an einer Kette, welche oben über 2 Rollen geht, im absteigenden Theil das aus Platten bestehende Gegengewicht trägt, und unten über 2 feste Rollen und eine lose im Kreuzkopf des Kolbens befindliche läuft, um auf der Grundplatte ihren Befestigungspunkt zu erreichen. Die Steuerung erfolgt vom oberen Boden aus durch einen Mann, der durch ein Glockensignal herangerufen wird. In Bezug auf die Schieber der Selbststeuerung, die Stofsventile, den Ablafshahn etc. gilt dasselbe, was bei den Passagiergut-Aufzügen erläutert ist. Die Führungssäulen, welche hier, wie die betreffenden Theile des Förderkorbes, der Billigkeit halber aus Eichenholz angenommen wurden, stehen auf einem eichenen Rahmen, der mit dem schwachen Fundament verankert ist. Daneben stehen die 4 Stofsbuffer, welche hier zwar auch erforderlich sind, jedoch nicht so leicht und genau gestellt zu werden brauchen, als bei den erst beschriebenen Aufzügen, da hier keine hochbeladenen Karren auf die Plattform fahren. Die letztere legt sich in tiefster Stellung mit den Eckstofsblechen auf die Buffer.

Eine Fangvorrichtung am Förderkorb erscheint bei der geringen Hubhöhe von 10′ 7″ sowie dem Umstande, dafs nie Personen mitgehoben werden sollen, entbehrlich. Dagegen ist die Kette mit der doppelten, von ihr im Betrieb zu haltenden Bruttolast längere Zeit zur Probe belastet worden.

Der Accumulator.

Zur Herstellung des Druckes in den Rohrleitungen kann entweder ein hochgelegenes Reservoir oder ein Accumulator zur Anwendung kommen. Da sich durch letzteren ein viel gröfserer Druck leicht erzeugen läfst, so kann der Querschnitt der Röhren bei Anwendung desselben viel geringer werden und ist somit die Anlage eines Accumulators bei vielen und langen Rohrleitungen, wie im vorliegenden Falle, vorzuziehen.

Die Construction des Accumulators ist auf Blatt 62 dargestellt und sind der Fassungsraum und die Dimensionen desselben aus der hier nachfolgenden Berechnung ersichtlich. Derselbe ist im Maschinenhause am Schuppen für ankommendes Eilgut aufgestellt und besteht aus einem aus mehreren zusammengeschliffenen Stücken zusammengesetzten, gufseisernen Cylinder, in welchem sich der belastete Accumulatorkolben bewegt. Der letztere ist hohl und dient zugleich als Windkessel; das Belastungsgewicht wird durch einen schmiedeeisernen Kessel gebildet, der mit Stücken alten Gufseisens angefüllt ist. Die Führung des Gewichts geschieht durch 2 Buchsen, welche die schmiedeeisernen Gleitstangen umfassen.

Ein über dem Accumulator auf vorgelegten Mauerpfeiler solide gelagerter Träger aus zwei ⌴-Eisen bildet den Stützpunkt dieser Säulen, die in der Grundplatte nur geführt, nicht aber durch die vorhandenen Keile angespannt werden. Um jedoch die grofse Stopfbüchse verpacken zu können, mufs der Accumulator-Kolben durch die vorgeschobenen Keile an den Führungen aufgehängt und das Wasser durch den Ablafshahn bis zur Ausgleichung des Drucks im Windkessel mit der äufseren Atmosphäre entfernt werden. Dabei sollen die langen Führungen nicht geknickt werden, was auch bei ungleichem Setzen der Fundamente leicht eintrate, und dürfen sich die ersteren daher unten nicht fest stützen.

Mit dem Accumulator stehen noch in Verbindung:

1. ein Speiseventil, nach der Maschine zu gelegen, welches beim Oeffnen eines Pumpenventils oder dergl. den Rücktritt des Wassers verhindert;

2. ein Hebelwerk, welches, sobald der Accumulator seinen gröfsten Hub erreicht, von einer Nase am Blech-Cylinder erfafst wird und durch Drehen der kleinen Welle ein in der Dampfleitung befindliches Glockenventil schliefst und so den Gang der Maschine hemmt. Selbstverständlich mufs sich das Ventil bei sinkendem Accumulator selbstthätig wieder öffnen;

3. ein Sicherheitsventil in der Druckleitung, welches einerseits durch eine ähnliche Nase, wie die bereits erwähnte, vom Accumulator gehoben wird und das Druckwasser in das Reservoir zurückführt, wenn das Glockenventil einmal keinen vollständigen Dampf-Abschlufs bewirken sollte, andererseits sich von selbst öffnet, wenn bei geschlossenem Ventil der Hauptdruckleitung die Maschine unvorsichtiger Weise angelassen würde. Endlich bewirkt ein Heben dieses Ventils von Hand ein leichtes Ingangsetzen der Maschine.

Zum Auffangen des durch undichte Stellen austretenden Wassers dient das aus der Grundplatte und dem aufgeschraubten Kranz gebildete Becken, von welchem ein Rohr zum Abflufscanal durch das Kesselhaus führt.

Die Dampfmaschine.

Ein Haupterfordernifs für die Maschine ist nächst der genügenden Leistungsfähigkeit, dafs dieselbe bei Eröffnung des Glockenventils sofort und ohne Nachhilfe in Gang komme, in welcher Stellung sie auch stehen mag. Dies führte unbedingt zur Annahme einer 2cylindrigen Maschine, welche, wenn ihr Gang nicht sehr ungleichmäfsig werden sollte, beim Hin- und Rückgang jedes Kolbens den gleichen Widerstand haben mufste, also die Anlage von 4 Pumpen erforderte. Immerhin aber kann die Maschine in ihrem Umlauf noch Perioden haben, in welchen blos ein Cylinder wirkt, in welchen sie also eine besondere Tendenz hat, beim Auslauf stehen zu bleiben. Da hier der Widerstand nicht gleichmäfsig am Umfang der Welle, sondern in der Achse der Cylinder wirkt, so kommt es der Maschine wenig zu Gute, dafs der zweite Cylinder am günstigsten auf die Kurbel in dieser Periode wirkt. Um diese Periode möglichst abzukürzen, mufste der Vortheil der Expansion aufgegeben und durch kleine Schieberüberdeckung und geringe Voreilung die Compressionsperiode möglichst herabgedrückt werden. Man kann daher im Kessel eine Spannung bis zu 5 Atmosphären erhalten, während zum normalen Gang der Maschine blos $3\frac{1}{2}$ Atmosphären erforderlich sind, und drosselt den Dampfdruck blos durch das Absperrventil so weit, dafs er beim Gang der Maschine entsprechend abnimmt. Auf solche Weise läfst sich mit Rücksicht darauf, dafs aufserdem die Saugventile doch nie absolut dicht sind, ein vollständig sicheres Angehen der Maschine erreichen.

Die dargestellte Maschine zeigt dieselbe Anordnung, welche bei den hydraulischen Anlagen zu Harburg und Geestemünde ein befriedigendes Resultat liefert. (Vergl. Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für Hannover, Jahrgang 1866.)

Digitized by Google

Kesselanlage.

Die Kessel sollen, wie erwähnt, den für die Maschine erforderlichen Dampf von 5 Atmosphären liefern, und zwar soll jeder der beiden allein genügen, wenn die Maschine selbst ununterbrochen arbeitet, was jedoch wohl nie eintreten wird. Es erhält daher jeder circa 210 □Fufs Heizfläche. Es wurden Cylinderkessel mit darunter liegendem Sieder gewählt, an welchen die Verbrennungsgase 3 mal entlang streichen und schliefslich durch den Fuchs in den gemauerten Schornstein, der mit seiner oberen Mündung auf + 98 liegt, ziehen.

Als normale Speisevorrichtung dient die kleine im Kesselhause gelegene Dampfpumpe, welche aus dem Rohre der Stadt-Wasserkunst saugt und das Wasser durch den über der Maschine stehenden Röhren-Vorwärmer in die Kessel drückt. Als Reserve-Speisevorrichtung kann der Accumulator dienen, weshalb ein Rohr zum Vorwärmer vom Accumulator-Cylinder abzweigt.

Die Rauchschieber sind bei dem ungleichmäfsigen Gange der Maschine besonders leicht zugänglich angelegt. Am Schornstein ist dem Fuchs gegenüber eine verschliefsbare Oeffnung zum Reinigen des letztern und zur Entfernung der sich in der angebrachten Vertiefung sammelnden Asche angebracht.

Das Reservoir

ist über dem Maschinenraume aufgestellt. Um die Gefahren des Rostens zu vermindern, ist dasselbe aus Gufseisenplatten zusammengeschraubt. Es liegen über demselben die Ausgufsöffnungen: 1) der Rücklaufleitung, 2) des Rohres vom erwähnten Sicherheitsventil und 3) des Zweigrohres der Stadt-Wasserleitung.

Aus dem Reservoir führt das mit einem Saugkorb versehene Saugrohr der Maschine, sowie das weite, gewöhnlich durch einen Ventilconus verschlossene Ablafsrohr. Letzteres ist durch einen Hebel mit Zugstange oberhalb des Reservoirs zu heben, und fliefst das unreine Wasser alsdann durch das Rohr, welches sich im Kesselhause mit dem Abblaserohr vereinigt, zum nächsten Strafsen-Abzugsrohr. Auch ist dafür Sorge getragen, dafs das Wasser im Reservoir im Winter durch den abgehenden Dampf gewärmt werden kann.

Rohrleitungen.

Die Rohrleitungen bestehen mit Ausnahme einiger Knice und kleinen Rohre aus Gufseisen, sind jedoch je nach ihrer Bestimmung von verschiedenen Dimensionen und Constructionen. Die Rohre für das Arbeitswasser und die Dampfleitung haben Flanschenverbindungen, die ersteren besitzen Gummidichtungen, und haben namentlich die Druckrohre eingedrehte Ringe und sehr starke Flanschen und Schrauben. Für die Abzugsrohre sind Muffenrohre angewandt. Die Arbeitswasserrohre, deren Haupt-Dimensionen in der Berechnung zusammengestellt sind, liegen in einem wasserdicht gemauerten Canale und in frostfreier Tiefe. Der Canal ist, wo er unter dem Bahnkörper hinläuft, begehbar (3′ × 4′), an den andern Stellen und im Gebäude jedoch enger.

Die Eisenbahn in den Tunnels,

auf welcher die Gepäckkarren laufen, besteht aus 2 Winkel- und einem Flacheisen, die durch Quereisen verbunden sind; die Schienen sind mit Steinschrauben auf einer Zwischenlage aus getheerter Pappe auf den Backsteinfufsboden der Tunnels, unter Vermeidung störender Schraubenmuttern namentlich in den Laufflächen, befestigt und sind die einzelnen Schienen unter sich durch Laschen verbunden.

Berechnung der hydraulischen Maschinen.

Aufzüge für Post- und Passagier-Gut.

Die Aufzüge tragen 20 Ctr. nebst dem Karren; das Gewicht der Plattform ist soweit abbalancirt, dafs blos ein Ueberschufs zur Bewegung des leer niedergehenden Aufzugs bleibt.

Die Stopfbuchsen-Reibung ist zu 18 Pfd. pro □″ angenommen; sie beträgt daher $11 \times 18 = 198$ Pfd.

Der Raum s von 11′, durch welchen sich der Aufzug beim Niedergang zuerst bewegt, soll mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 1′ pro Secunde durchlaufen werden, d. h. in einer Zeit $t = 11'$.

Das Wasser, welches sich in der $3^1/_2$″ weiten Rücklaufleitung befindet, durchläuft dabei einen Weg

$$s = 11 \times \frac{3^3/_4{}^2}{3^1/_2{}^2} = 12{,}_6',$$

das in der $4^3/_4$″ weiten Hauptleitung

$$s_1 = 11 \times \frac{3^3/_4{}^2}{4^3/_4{}^2} = 6{,}_8'.$$

Es mufs nun, wenn P die treibende Kraft, G das Gewicht der bewegten Theile (Plattform und Kolbenstange), Q_1, Q_2 die Wassermenge, deren Wege s und s_1, und f, f_1 und f_2 die betreffenden Beschleunigungen sind, die Gleichung bestehen

$$P = \frac{G}{g} f + \frac{Q}{g} f_1 + \frac{Q_1}{g} f_2$$

oder, da die Bewegung eine nahezu gleichförmig beschleunigte, also $f = \frac{2s}{t^2}$ $f_1 = \frac{2s_1}{t^2}$ $f_2 + \frac{2s_2}{t^2}$ ist,

$$P = 2\,\frac{Gs + Q_1 s_1 + Q_2 s_2}{g t^2}.$$

G setzt sich zusammen aus dem Gewicht

der Plattform	9,$_{38}$ Ctr.,
der Kolbenstange	5,$_{10}$ -
dem Gegengewicht, vorläufig angenommen zu	11,$_{00}$ -
beträgt also . . .	25,$_{48}$ Ctr.
oder rot. 26 Ctr.	

Die Wassermengen finden sich für die circa 200′ lange Leitung von $3^1/_2$″ Durchmesser: $Q_1 = 8{,}_2$ Ctr.,

für die circa 100′ lange Leitung à $4^3/_4$″ Durchmesser: $Q_2 = 7{,}_6$ Ctr.,

daher $P = 2\,\frac{26 \times 11 + 8{,}_2 \times 12{,}_6 + 7{,}_6 \times 6{,}_8}{31{,}_{25} \times 11^2} = 0{,}_{23}$ Ctr.

Es mufs daher der leere Aufzug ein Uebergewicht besitzen

für Stopfbuchsen-Reibung von	1,$_{98}$ Ctr.
- Beschleunigung von	0,$_{23}$ -
- Erhebung des Wassers zum Reservoir um circa $23' = \frac{11{,}_{20}}{144} \times 23 \times 61{,}_{17} =$ . . .	1,$_{09}$ -
- Widerstände der Rohrleitung (s. nachfolgende Rechnung) $6 \times 11{,}_0$ Pfd. = . .	0,$_{66}$ -
in Summa von . .	3,$_{96}$ Ctr.

Beim Aufzug des Kolbens mufs auf denselben ein Druck wirken:

Digitized by Google

für die Nutzlast	$20_{,00}$ Ctr.
- den Karren	$2_{,14}$ -
- 1 Mann	$1_{,5}$ -
- Uebergewicht	$3_{,96}$ -
zusammen von .	$27_{,60}$ Ctr.

Rechnet man für sämmtliche Widerstände der Maschine 20 % ab, so ist für einen Arbeitsdruck von 315 Pfd. pro □″ der erforderliche Kolbenquerschnitt $= \frac{27_{,6}}{3_{,15}} \times \frac{100}{80} = 10_{,9}$ □″, wofür $11_{,04}$ □″ angenommen werden, entsprechend einem Durchmesser von $3^3/_4$″.

Die gröfste vorkommende Geschwindigkeit des Kolbens ist

$$v = \frac{2s}{f} = \frac{2 \times 11}{11} = 2',$$

die entsprechende Druckhöhe $\frac{v^2}{2g} = \frac{2^2}{2 \times 31_{,25}} = 0_{,06}'$.

Der Schieber, als stärkste Verengung, giebt im Maximum einen Querschnitt von 1 □″, daher der Widerstandscoëfficient für $\frac{F_1}{F} = \frac{1}{11_{,0}} = 0_{,1} : G = 225_{,9}$, also

$\lambda = 0_{,06} \times 225_{,9} = 13_{,554}'$, entsprechend 6 Pfd. pro □″.

Der Druckverlust in der Rohrleitung ist sehr unbedeutend, so dafs man als Druck im Accumulator rot. 320 Pfd. rechnen darf.

Aufzug im Kopfgebäude.

Hier beträgt die Nutzlast . . .	$20_{,0}$ Ctr.,
1 Karren	$2_{,15}$ -
1 Mann	$1_{,50}$ -
das Uebergewicht . .	$3_{,00}$ -
zusammen .	$26_{,65}$ Ctr.

Rechnet man wegen der Kettenreibung nur 75 % Nutzeffect, so ist der erforderliche Kolbenquerschnitt mit Rücksicht auf die lose Rolle

$$\frac{2 \times 26_{,7} \times 100}{3_{,15} \times 75} = 22_{,6} \text{ □″},$$

wofür $23_{,75}$ □″ entsprechend einem Durchmesser von $5^1/_2$″.

Aufzüge für Eilgut.

50 Ctr.-Aufzug.

Nutzlast	50 Ctr.,
Uebergewicht	4 -
	54 Ctr.

Erforderlicher Querschnitt, wie vorstehend berechnet:

$$\frac{2 \times 54 \times 100}{3_{,15} \times 75} = 45_{,7} \text{ □″},$$

wofür $47_{,17}$ □″ entsprechend einem Durchmesser von $7^3/_4$″.

30 Ctr.-Aufzug.

Nutzlast	30 Ctr.
Uebergewicht . . .	$3_{,3}$ -
	$33_{,3}$ Ctr.

Erforderlicher Querschnitt

$$\frac{2 \times 33_{,3} \times 100}{3_{,15} \times 75} = 28_{,3} \text{ □″},$$

wofür $30_{,68}$ □″ entsprechend einem Durchmesser von $6^1/_4$″.

Wasserverbrauch der Anlage.

Zum Auf- und Niedergang eines Passagiergut-Aufzuges sind an Zeit erforderlich:

zum Erheben der Last mit 1′ Geschwindigkeit	$11_{,5}$ Secunden,
- Abfahren des Karrens und Umsteuern .	$10_{,0}$ -
- Senken desgl.	$11_{,5}$ -
- Auffahren, Umsteuern	$10_{,0}$ -
zusammen .	43 Secunden.

In dieser Zeit verbraucht der Aufzug 1 Füllung $= 11_{,04} \times 138 = 1523_{,5}$ Cub.″, d. i. durchschnittlich pro 1 Secunde $\frac{1523_{,5}}{43} = 35_{,4}$ Cub.″

Für den 20 Ctr.-Aufzug im Kopfgebäude, wie vor, 43 Secunden. Während dieser Zeit verbraucht der Aufzug

$$23_{,75} \times \frac{138}{2} = 1638_{,75} \text{ Cub.″}$$

d. i. pro Secunde $\frac{1638_{,75}}{43} = 38_{,11}$ Cub.″.

Die Eilgut-Aufzüge erfordern bei 1′ Geschwindigkeit der Plattform

a. der 50 Ctr.-Aufzug:

zum Erheben um 10′ 7″	— Min. 11 Secunden,
- Senken	— - 11 -
- Beladen und Entladen erfahrungsmäfsig	2 - — -
	2 Min. 22 Secunden.

Während dieser Zeit verbraucht der Aufzug

$$47_{,2} \times \frac{127}{2} = 2997_{,2} \text{ Cub.″}$$

d. i. pro Secunde $\frac{2997_{,2}}{142} = 21_{,1}$ Cub.″.

b. Der 30 Ctr.-Aufzug:

zum Erheben	— Min. 11 Secunden,
- Senken	— - 11 -
- Beladen und Entladen . .	1 - 20 -
	1 Min. 42 Secunden,

und verbraucht

$$30_{,68} \times \frac{127}{2} = 1948_{,18} \text{ Cub.″}$$

d. i. pro Secunde $\frac{1948_{,18}}{102} = 19_{,1}$ Cub.″.

Es wird somit, wenn sämmtliche Maschinen ununterbrochen arbeiten, erforderlich ein Wasserquantum

für 4 Aufzüge für Post- und Passagiergut	
$4 \times 35_{,5} =$	$142_{,0}$ Cub.″
der 20 Ctr.-Aufzug	$38_{,1}$ -
der 50 Ctr. -	$21_{,1}$ -
der 30 Ctr. -	$19_{,1}$ -
	$220_{,3}$ Cub.″
Hierzu 5 % für Wasserverlust . . .	$11_{,0}$ -
von	$231_{,3}$ Cub.″

Dies Quantum mufs die Dampfmaschine zu schaffen im Stande sein.

Der ungünstigste Fall eines periodischen Wasserverbrauchs tritt ein, wenn sämmtliche Kolben zugleich gehoben werden. Es ist nun zwar nicht wahrscheinlich, dafs dieser Fall vollständig eintritt; da er jedoch maafsgebend für die Gröfse des Accumulators sein mufs, und es nicht vorkommen darf, dafs der Kolben des letzteren auf den Cylinderboden stöfst, so ist für die Berechnung der gröfste denkbare Wasserverbrauch angenommen worden.

Digitized by Google

Es erfordern dann während eines Zeitraumes von 11 Secunden

4 Passagiergut- und Post-Aufzüge

$4 \times 1523,_5$	$6094,_0$ Cub.″
der 20 Ctr.-Aufzug	$1638,_7$ -
der 50 Ctr.-Aufzug	$2997,_2$ -
der 30 Ctr.-Aufzug	$1948,_1$ -
	$12678,_0$ Cub.″,
hierzu 5 % für Verluste . . .	$634,_0$ -
überhaupt . .	$13312,_0$ Cub.″.

Während dieses Zeitraumes liefern die Pumpen: $11 \times 231,_2 =$ $2544,_3$ -

Es bleiben daher . . $10767,_7$ Cub.″,

welche der Accumulator zu fassen vermögen muſs.

Accumulator.

Um das eben berechnete Wasserquantum zu fassen, erhält der Accumulator 10″ Durchmesser und 12′ Hub, entsprechend einem Inhalt von $11309,_{76}$ Cub.″.

Rechnet man die Reibung der Accumulator-Stopfbüchse zu 10 Pfd. pro □″, so muſs das Gewicht des Kolbens einschlieſslich Belastung für einen Druck von $320 + 10 = 330$ Pfd. pro □″ betragen:

$$\frac{10^2 \pi}{4} \times 330 = 259,_2 \text{ Ctr.}$$

Zur Erhebung muſs die Pumpe einen Druck von $330 + 10 = 340$ Pfd. pro □″ ausüben.

Maschine.

Die Maschine soll 231 Cub.″ pro Secunde unter einem Druck von 340 Pfd. pro □″ liefern. Rechnet man 10 % Wasserverluste durch die Ventile, so muſs das Volumen der Kolbenwege sein: $231 + 23 = 254$ Cub.″ und da von den 4 einfach wirkenden Pumpen nur je zwei drücken, hat jede zu leisten

$$\frac{254}{2} = 127 \text{ Cub.″ pro Secunde.}$$

Macht die Maschine 72 Umgänge pro Minute bei 10″ Hub (2′ Geschwindigkeit), so ist der Kolbenquerschnitt $= \frac{127}{24} = 5,_{29}$ □″, wofür $5,_{41}$ □″ entsprechend $2\frac{5}{8}$″ Durchmesser.

Der Druck auf diese Fläche beträgt

$$5,_{41} \times 340 = 1838,_4 \text{ Pfd.}$$

Die Maschine soll mit $3\frac{1}{2}$ Atmosphären Ueberdruck $= 49$ Pfd. arbeiten; berücksichtigt man, daſs die saugenden Pumpen durch die circa 14′ hohe Wassersäule mit einer Kraft von $\frac{5,_{41}}{144} \times 14 \times 61,_7 = 16,_2$ Pfd. gedrückt werden, so bleiben durch die Dampfkolben zu leisten $1838 - 16 = 1822$ Pfd. und ist bei 55 % Nutzeffect der erforderliche Kolbenquerschnitt:

$$\frac{1822 \times 100}{49 \times 55} = 67,_6 \text{ □″,}$$

wofür $70,_6$ □″ entsprechend einem Durchmesser von $9\frac{1}{2}$″.

Der Nutzeffect der Maschine beträgt

$$\frac{2 \times 1822 \times 2}{480} = 15 \text{ Pferdekräfte.}$$

Dampfkessel.

Nach der Beschreibung soll jeder Kessel für 15 Pferdekräfte genügen und auf 5 Atmosphären Ueberdruck geprüft sein. Da er jedoch nie ununterbrochen Dampf zu geben hat, so werden nur 14 □Fuſs pro Pferdekraft gerechnet, es ist also die Heizfläche:

$$14 \times 15 = 210 \text{ □Fuſs.}$$

Rohrleitungen.

Die Wassergeschwindigkeit in den Röhren wird zu 30 bis 44″ beim Maximum des Durchflusses angenommen. Der gröſste von den Röhren zu ertragende Druck ist entsprechend der Belastung des Sicherheitsventils 345 Pfd. pro □″.

Die Berechnung der Wandstärke ist nach der Formel

$$d = \tfrac{1}{2} D \left\{ b \frac{k}{m} - 1 \right\} + l$$

erfolgt, worin: D der lichte Durchmesser, $b = 2,_{718}$, $l = \frac{1}{4}$″, $m = 3000$ Pfd. pro □″, $p = 2345$ Pfd.; es folgt für diese Zahlen

$$d = 0,_{059}\ D + 0,_{257}$$

wonach, auf practische Dimensionen abgerundet, folgende Tabelle entsteht:

	Druckleitung		Rücklaufleitung	
	Durchm.	Wandst.	Durchm.	Wandst.
Hauptleitung	$4\frac{1}{8}$″	$\frac{9}{16}$″	$4\frac{3}{4}$″	$\frac{3}{16}$″
Hauptzweigleitung zu den Passagiergut-Aufzügen	$3\frac{1}{4}$″	$\frac{1}{2}$″	$3\frac{3}{4}$″	$\frac{3}{16}$″
Zweigleitung zu den Passagier- und Post-Aufzügen	2 ″	$\frac{3}{16}$″	2 ″	$\frac{3}{16}$″
- zum 30 Ctr.-Aufzug .	$2\frac{1}{2}$″	$\frac{7}{16}$″	$2\frac{5}{8}$″	$\frac{3}{16}$″
- zum 50 Ctr.-Aufzug .	3 ″	$\frac{7}{16}$″	$3\frac{1}{8}$″	$\frac{3}{16}$″

Quassowski.

Ueber den Gebrauch des hydrometrischen Flügels zur Bestimmung der Wassermenge von Strömen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt R im Text.)

Im Jahre 1863 sind in der Oder, behufs Ermittelung der von diesem Strome bei sehr niedrigen Wasserständen in der Zeiteinheit geführten Wassermengen, an vielen Orten Stromgeschwindigkeits-Messungen unter Anwendung des hydrometrischen Flügels angestellt worden, deren theilweise unter einander sehr wenig übereinstimmende Resultate durch eine eigenthümliche Gesetzmäſsigkeit der Abweichungen zu dem Schlusse hinführten, daſs die Ursache der hervorgetretenen Differenzen in der Berechnungsweise liegen müsse, welcher die mit dem hydrometrischen Flügel erhaltenen Beobachtungsresultate unterzogen worden sind, obwohl jene die sonst gewöhnlich übliche war.

Die zur Aufklärung der erwähnten Widersprüche im Auftrage des Königl. Geheimen Ober-Baurathes Kawerau von dem Verfasser angestellte Untersuchung ergab Resultate, welche für den Gebrauch des hydrometrischen Flügels von

Digitized by Google

allgemeinem Interesse sind und die deshalb nachstehend veröffentlicht werden sollen.

Um eine Probe für die Richtigkeit der vorgenommenen Messungen zu gewinnen, waren in einer Stromstrecke von mäfsiger Länge, auf welcher, namentlich bei der im Jahre 1863 andauernd herrschenden, sehr trockenen Witterung, irgendwie erhebliche Seitenzuflüsse nicht stattfanden, gewöhnlich immer zwei oder mehrere Querprofile des Stromes für die Wassermengen-Ermittelungen benutzt worden, so dafs bei solchen nahe aneinander gelegenen, bei demselben Wasserstande der Messung unterzogenen Profilen für jedes einzelne auch annähernd eine gleiche, dasselbe in einer Secunde durchfliefsende Wassermenge sich hätte ergeben müssen.

Die Resultate der Messungen erweisen dagegen fast durchgängig, dafs, wenn jene einander entsprechenden Querprofile an Flächeninhalt merklich verschieden waren, auch die Berechnungsresultate der Wassermengen verschieden ausfielen und dafs sich immer für das an Fläche gröfsere Profil die kleinere Wassermenge ergab.

Wie bedeutend verhältnifsmäfsig diese Abweichungen theilweise gewesen sind, mögen die folgenden aus einer gröfseren Zahl von Ergebnissen ausgewählten Beispiele zeigen.

Es wurden ermittelt:

a. bei Ratibor bei einem Wasserstande von 2′ $7\frac{1}{2}$″ am dortigen Pegel

für Profil Nr. I mit 312 □Fufs Flächeninhalt = 78 kb′ Wasser,
- - Nr. II - 136 - - = 132 - -
- - Nr. III - 301 - - = 80 - -

b. bei Cosel bei einem Wasserstande von 0′ $7\frac{1}{2}$″ am dortigen Pegel

für Profil Nr. I mit 276 □Fufs Flächeninhalt = 145 kb′ Wasser,
- - Nr. II - 157 - - = 200 - -

c. bei Oppeln bei einem Wasserstande von 3′ 4″ am U.-P.

für Profil Nr. I mit 313 □Fufs Flächeninhalt = 419 kb′ Wasser,
- - Nr. II - 347 - - = 410 - -

Wie diese Beispiele zeigen, werden die Abweichungen in den Wassermengen desto bedeutender, je gröfser der Unterschied des Flächeninhalts der einander in vorhin bemerkter Weise entsprechenden Querprofile des Stromes ist, und nur bei annähernd gleichem Flächeninhalte der Profile ergeben sich fast gleiche Wassermengen.

Letzteres war auch bei den weiter unterhalb bei Brieg und Breslau in der Oder durch den Verfasser selbst angestellten Wassermengen-Ermittelungen, bei welchen die benutzten Stromprofile nahezu gleichen Flächeninhalt hatten, der Fall gewesen.

Diese sofort in die Augen fallende Regelmäfsigkeit der Abweichungen hat die Ursache derselben in den der Bewegung des hydrometrischen Flügels entgegenwirkenden Reibungswiderständen vermuthen lassen, in Folge deren der Flügel erst, wenn die Geschwindigkeit des auf ihn einwirkenden Wasserstromes ein gewisses, jener Reibung entsprechendes Maafs erreicht hat, sich zu drehen anfängt.

Für diejenige Stromgeschwindigkeit, welche den bei den Messungen im Regierungsbezirke Oppeln gebrauchten hydrometrischen Flügel anfängt in Drehung zu versetzen, war dort das Maafs von $0{,}_{35}$ Fufs per Secunde ermittelt, und behufs Berichtigung der von einander so sehr abweichenden Resultate vorgeschlagen worden, die durch Multiplication dieser letzteren Stromgeschwindigkeit von $0{,}_{35}$′ mit dem Flächeninhalte jedes Profils sich ergebende Wassermenge den für die einzelnen Profile bereits berechneten Wassermengen noch hinzuzusetzen, wonach dann die Resultate überall ziemlich genau übereinstimmen.

Diese Berichtigungsweise ergiebt in ihrer Anwendung auf die vorhin angeführten Beispiele

a. bei Ratibor

für das Profil Nr. I von 312 □Fufs Fläche = 187 kb′ Wasser,
- - - Nr. II - 136 - - = 179 - -
- - - Nr. III - 301 - - = 185 - -

b. bei Cosel

für das Profil Nr. I von 276 □Fufs Fläche = 241 kb′ Wasser,
- - - Nr. II - 157 - - = 255 - -

c. bei Oppeln

für das Profil Nr. I von 313 □Fufs Fläche = 528 kb′ Wasser,
- - - Nr. II - 347 - - = 532 - -

Obwohl diese Resultate unter einander nun gut übereinstimmten, so lag doch die Vermuthung nahe, dafs nunmehr für sämmtliche Profile die Wassermengen gröfser dargestellt werden, als sie in Wirklichkeit sind.

Mit jenem Hinzusetzen einer Wassermenge, welche aus der Stromgeschwindigkeit von $0{,}_{35}$′ und dem Flächeninhalte eines jeden Profils sich ergiebt, berücksichtigt man nämlich nur diejenigen Reibungswiderstände, welche im Instrumente vorhanden sind, so lange dieses sich noch im Zustande der Ruhe befindet, und läfst ganz aufser Acht, dafs nach dem Eintritte der Bewegung des Flügels der Einfluſs der dann immer noch vorhandenen Reibung einer Veränderung unterworfen ist, indem einestheils schon die Reibungscoëfficienten andere werden, anderentheils aber auch das Beharrungsvermögen der bewegten Maschine zur leichteren Ueberwindung der Reibungshindernisse beiträgt.

Ferner bestimmt man den sogenannten Umlaufswerth, d. h. die Länge des Wasserstreifens, welcher bei seinem Vorbeifliefsen an den Flügeln des Instruments die Flügelwelle desselben gerade einmal um ihre Achse dreht, gewöhnlich durch Versuche derartig, dafs man das Instrument mit einer gewissen Geschwindigkeit durch stehendes Wasser bewegt, die hierbei während des Durchlaufens einer bestimmten Distanz δ sich ergebende Anzahl N der Umdrehungen beobachtet und den Umlaufswerth W dann $= \frac{\delta}{N}$ setzt.

In diesem Falle hat aber schon bei der Bestimmung des Umlaufswerths die der Drehung des Flügels entgegenwirkende Reibung, und zwar je nach der Geschwindigkeit, mit welcher die Fortbewegung des Instruments in stehendem Wasser erfolgte, durch das Beharrungsvermögen des in Drehung versetzten Flügels modificirt, mit eingewirkt, und in der unter Einführung jenes Umlaufswerths geschehenen Berechnung der Stromgeschwindigkeitsmessungen ist der Einfluſs der Reibung dann jedenfalls schon theilweise berücksichtigt. Setzt man dann jeder am Instrumente beobachteten Stromgeschwindigkeit noch die der Reibung der Ruhe entsprechende constante Gröfse, im vorhin besprochenen Falle also $0{,}_{35}$′, hinzu, so kann dies Verfahren zu einem richtigen Resultate nicht führen.

So würde, wenn man beispielsweise bei der Bestimmung des Umlaufswerths den hydrometrischen Flügel mit einer Geschwindigkeit von 2′ durch stehendes Wasser gezogen und

Digitized by Google

darauf mit demselben Instrumente eine Stromgeschwindigkeit beobachtet hätte, welche in Wirklichkeit ebenfalls gerade 2′ beträgt, in beiden Fällen der Flügel, weil unter demselben Einflusse der Reibungswiderstände befindlich, in der Zeiteinheit dieselbe Anzahl von Umdrehungen gemacht haben, und der Zusatz von $0{,}_{25}'$ zu der aus dem Beobachtungsresultate berechneten Stromgeschwindigkeit würde in diesem Falle in seiner ganzen Gröfse fehlerhaft sein.

Bekanntlich wird nun bei der Messung von Stromgeschwindigkeiten mittelst des hydrometrischen Flügels gewöhnlich so verfahren, dafs man die Anzahl n der Umdrehungen des Flügels in der bestimmten Zeit von T Secunden, während welcher man die Strömung auf das Instrument einwirken läfst, beobachtet und hiernach die Stromgeschwindigkeit v bestimmt aus der Gleichung

$$v = \frac{W}{T} \cdot n,$$

wobei W der für alle Stromgeschwindigkeiten als constant bleibende Gröfse vorausgesetzte Werth einer Umdrehung der Flügelwelle ist.

Dagegen berechtigte das bei den Abweichungen der Resultate der Wassermengen-Ermittelungen überall hervorgetretene gleiche Gesetz, nach welchem bei zwei an Flächeninhalt verschiedenen Querprofilen des Stromes, die bei gleichem Wasserstande auch gleiche Wassermenge führen müssen, die Messung für das gröfsere Profil immer die kleinere Wassermenge ergab, zu der Vermuthung, dafs der für die Berechnung der mittelst des hydrometrischen Flügels gewonnenen Beobachtungsresultate angewendete Umlaufswerth keine Constante, sondern eine von der Stromgeschwindigkeit abhängige veränderliche Gröfse ist und dafs derselbe bei der Abnahme der Stromgeschwindigkeit zunimmt.

Auf Grund dieser Vermuthungen sind im Jahre 1864 Versuche mit dem hydrometrischen Flügel angestellt worden, um zu ermitteln, ob wirklich der Umlaufswerth W eine veränderliche, von der Stromgeschwindigkeit abhängige Function ist, und um, wenn dies der Fall, das Gesetz zu finden, nach welchem die Aenderung des Werthes W erfolgt.

Die Versuche geschahen durch Bewegung des hydrometrischen Flügels in stillstehendem Wasser.

In einem Bassin von grofser Ausdehnung und bedeutender Wassertiefe wurde eine Strecke von 200 Fufs abgesteckt und auf dieser das am vorderen Ende eines Nachens, etwa 2 Fufs über die Spitze des letzteren vorragend, befestigte Instrument mit dem Nachen gleichzeitig durch das Wasser gezogen.

Die Flügelwelle lag hierbei etwa $1^1/_2$ Fufs unter dem Wasserspiegel, und da letzterer bei der herrschenden Windstille vollkommen glatt und das Wasser sehr klar war, so konnte der Gang der Bewegung des Flügels hinreichend genau beobachtet werden.

Es war beabsichtigt, das Instrument sowohl mit möglichst grofsen, als auch mit gewöhnlichen Geschwindigkeiten, wie sie etwa denen der Strömung der Oder entsprechen, endlich aber auch so langsam durch das Wasser zu ziehen, dafs diejenige Grenze der Stromgeschwindigkeit, bei welcher der Flügel aus dem Zustande der Ruhe in den der drehenden Bewegung übergeht, ermittelt werden könnte.

Um für den letzteren Zweck langsame Bewegungen mit möglichster Gleichmäfsigkeit bewirken zu können, wurde die Fortbewegung des Nachens mittelst einer Winde versucht. Dieselbe erwies sich jedoch wegen des grofsen Umsetzungsverhältnisses ihrer Räder als für die Versuche unbrauchbar, indem die herzustellende schnellste Drehung der Kurbel dem Nachen, auf welchem das Instrument sich befand, noch keine so grofse Geschwindigkeit mittheilte, dafs der Flügel sich zu drehen angefangen hätte.

Der Nachen wurde deshalb fernerhin von zwei auf ihm selbst befindlichen Leuten an einer straff ausgespannten Leine mit blofsen Händen entlang gezogen, und nach einiger Uebung ist auch bei Anwendung sehr geringer Geschwindigkeit hierdurch eine ziemlich gleichmäfsige Fortbewegung erreicht worden.

Freilich war es nicht möglich, durch die Versuche direct die Grenze für den Stillstand des Flügels, d. h. diejenige geringe Stromgeschwindigkeit genau zu ermitteln, bei welcher der Flügel nach Ueberwindung der Reibung der Ruhe sich eben anfängt zu drehen.

Bei so weit getriebener Verringerung der Geschwindigkeit, mit welcher das Instrument durch das Wasser gezogen wurde, war nämlich dann die Bewegung doch nicht mehr gleichmäfsig genug und beim Durchlaufen der Distanz von 200 Fufs bewegte sich der Flügel abwechselnd und blieb dann wieder stehen.

Auf diese Weise verunglückten viele Versuche, welche, als für weitere Schlüsse unbrauchbar, in der nachfolgenden Zusammenstellung nicht mit aufgenommen sind.

Aehnliche Schwierigkeiten setzten sich dem Bestreben, die Geschwindigkeit des Durchlaufens der Distanz zu möglichster Höhe zu steigern, entgegen, und die kürzeste Zeit, in welcher, unbeschadet der Sicherheit der Beobachtung, die Distanz von 200′ zurückgelegt werden konnte, betrug 45 Secunden, entspricht demnach einer Geschwindigkeit der Bewegung von $\frac{200}{45} = 4{,}_{444}$ Fufs per Secunde.

Folgende nach der Abnahme der bei der Fortbewegung des Nachens angewendeten Geschwindigkeit geordnete Reihe von 18 Versuchen war das Resultat derjenigen Beobachtungen, welche innerhalb gewisser Grenzen als sicher und geeignet für weitere Schlüsse betrachtet werden können:

Tabelle I.

Nr. des Versuchs	t Zeitdauer während des Durchlaufens der Distanz von 200 Fufs. Secunden	$v = \frac{200}{t}$ Geschwindigkeit, mit welcher das Instrument durch das Wasser gezogen wurde. Fufs	N Umdrehungsanzahl während des Durchlaufens der ganzen Distanz	Hieraus folgender Umlaufswerth $W = \frac{200}{N}$
1	45	4,444	63	3,1746
2	46	4,348	63	3,1746
3	65	3,077	62	3,2258
4	73	2,740	62	3,2258
5	78	2,564	62	3,2258
6	80	2,500	62	3,2258
7	100	2,000	61	3,2787
8	127	1,575	61	3,2787
9	135	1,481	60	3,3333
10	230	0,870	57	3,5088
11	324	0,617	48	4,1666
12	360	0,555	46	4,3478
13	380	0,526	44	4,5454
14	390	0,513	43	4,6512
15	410	0,488	42	4,7619
16	420	0,476	42	4,7619
17	440	0,454	36	5,5555
18	600	0,333	0	unendlich grofs

Diese Versuche erweisen, dafs die Anzahl N der Umdrehungen, welche der Flügel macht, während er auf eine bestimmte Länge durch stehendes Wasser gezogen wird, keineswegs immer dieselbe bleibt, sondern dafs sie je nach der Zeitdauer t, welche während der Bewegung durch jene Distanz vergeht, verschieden ist. Je gröfser diese Zeitdauer, je geringer also die Geschwindigkeit ist, mit welcher der Flügel durch das Wasser gezogen wird, desto geringer fällt die Anzahl der Umdrehungen aus, und dieser entsprechend ändert sich auch der Werth eines Umlaufs.

Da es nun augenscheinlich gleichgültig für die Drehung des Flügels ist, ob das Instrument durch stehendes Wasser gezogen wird, oder ob strömendes Wasser sich gegen das feststehende Instrument bewegt, so läfst sich allgemein schliefsen:

„die Länge des Wasserstreifens, bei dessen Vorbeifliefsen die Flügelwelle des Instruments eine Umdrehung macht, d. h. der Umlaufswerth W, ist keine Constante, sondern eine von der Stromgeschwindigkeit v abhängige Function, und zwar wird der Werth W gröfser mit abnehmendem v."

Hierin liegt die Erklärung für die Abweichungen, welche in den Resultaten der im Jahre 1863 in der Oder angestellten Wassermengen-Ermittelungen sich ergeben haben.

Wenn diese Abweichungen bei einer Anzahl von Messungen ganz besonders hervorgetreten sind, so ist die Ursache hiervon jedenfalls darin zu suchen, dafs die in den zu jenen Messungen benutzten Querprofilen wirklich herrschende mittlere Stromgeschwindigkeit bedeutend abwich von der Geschwindigkeit, mit welcher bei der Ermittelung des in den betreffenden Berechnungen eingeführten Umlaufswerths der hydrometrische Flügel durch stehendes Wasser gezogen wurde.

Es lag nun weiterhin die Aufgabe vor, mit Hilfe der vorhin aufgeführten Versuchsresultate das Gesetz zu finden, nach welchem der Umlaufswerth W bei veränderlicher Stromgeschwindigkeit v sich ändert. W ist eine von der unveränderlichen v abhängige Function; die Form der Function ist zu bestimmen.

Die Resultate der Beobachtungen sind aber alle mit gröfseren oder kleineren Beobachtungsfehlern behaftet, welche die klare Uebersicht der Aenderung des Umlaufswerthes erschweren. Diese Beobachtungsfehler entspringen theils aus der Unvollkommenheit des an dem Instrumente befindlichen Zählapparats, theils aus den Ungenauigkeiten, welche sich bei dem für die Versuche einzuschlagenden Verfahren trotz aller Sorgfalt niemals ganz vermeiden lassen.

Der Zählapparat des zu den Versuchen verwendeten Instruments ist in der für hydrometrische Flügel gewöhnlich üblichen Weise construirt; es lassen sich damit Bruchtheile von Umdrehungen nicht ablesen, und hierdurch schon kann für jede Beobachtung ein Fehler im Werthe von nahezu einer halben Umdrehung entstehen.

Wird nämlich das während der Versuchsdauer mit der in Drehung befindlichen Flügelwelle in Verbindung gebrachte Zählrad in demjenigen Augenblicke, in welchem das Ende der abgesteckten Distanz von dem auf letzterer fortgezogenen Instrumente erreicht wird, von der Flügelwelle getrennt und festgestellt, so wird, wenn dann über dem zur Arretirung des Rades an dem Instrumente angebrachten Vorsprunge nicht etwa gerade die Mitte des zwischen je zwei Zähnen des Zählrades befindlichen Zwischenraumes steht, die Umdrehungsanzahl niemals genau richtig abgelesen werden.

Der Fall, dafs nach erfolgter Arretirung des Zählapparats das Zählrad gerade mit der Mitte eines Zahns festgehalten wird, wobei dann allerdings auf eine halbe Umdrehung zu schliefsen wäre und beispielsweise in der diesen Fall darstellenden Figur 1 Bl. R dann $N = 60{,}_5$ abgelesen werden könnte, kommt selten vor und hat sich in der vorhin dargestellten Reihe von 18 Versuchen gar nicht gezeigt.

Meistentheils wird im Augenblicke des Arretirens eine der in den Figuren 2 und 3 gezeichneten Stellungen des Zählrades zum Arretirungszahne eingetreten sein, und wird dann beim Arretiren selbst durch den Druck der im Apparate befindlichen Feder das Zählrad im Falle der Figur 2 nach links, in demjenigen der Figur 3 nach rechts geschoben werden. Es wird dann im ersten Falle $N = 61$ als eine zu grofse und im zweiten $N = 60$ als eine zu kleine Umdrehungszahl abgelesen werden. Das Maximum des hieraus entspringenden Beobachtungsfehlers dürfte die Gröfse einer halben Umdrehung erreichen.

Die Natur und Gröfse derjenigen Beobachtungsfehler, welche aus der Ungenauigkeit des beim Anstellen der Versuche angewendeten Verfahrens entspringen, ist weniger leicht zu beurtheilen.

Es läfst sich hierüber im Allgemeinen nur sagen, dafs zuvörderst der Augenblick der Einrückung des Zählrades in die in Drehung begriffene Flügelwelle mit dem Eintreten in die abgesteckte Distanz und ebenso der Augenblick der Ausrückung und Arretirung des Zählrades mit dem Moment, in welchem der Endpunkt jener Distanz passirt wird, nicht immer in ganz genaue Uebereinstimmung gebracht worden sein möchte.

Die hieraus für das Ablesen der Umdrehungszahl folgende Unrichtigkeit wächst dann mit der für die Bewegung des Instruments angewendeten Geschwindigkeit.

Endlich ist, wie schon erwähnt worden, bei Anwendung möglichst geringer Geschwindigkeiten für die Fortbewegung des Instruments eine vollkommene Gleichmäfsigkeit der Bewegung mit den zu Gebote stehenden Hilfsmitteln nicht wohl zu erreichen gewesen, und auch dieser Umstand mag auf die Unrichtigkeit der abgelesenen Umdrehungszahlen mit eingewirkt haben.

Die soeben näher erklärten Beobachtungsfehler documentiren sich in der Tabelle Nr. I dadurch, dafs, während im Ganzen ein Abnehmen der Umdrehungszahlen N bei entsprechender Zunahme der Zeitdauer t nicht zu verkennen ist, für einzelne einander nicht völlig gleiche Werthe von t dieselben Umdrehungszahlen N abgelesen worden sind, und es wird deshalb zwar unmöglich, die eintretende Aenderung aus jener Versuchsreihe sofort genau zu erkennen, doch ergiebt sich hieraus das Gesetz, nach welchem die Umdrehungszahl N von der Zeitdauer t oder der Geschwindigkeit v abhängig ist, in seiner Allgemeinheit deutlich genug.

Eine genauere Betrachtung der Tabelle Nr. I erweist nämlich, dafs nach den Versuchen Nr. 1 bis Nr. 9 durch eine Vermehrung der zum Durchlaufen der Distanz von 200′ verbrauchten Zeit t von 45 bis auf 135 Secunden, also im Verhältnifs von 1 : 3, oder, was gleichbedeutend, durch eine Verminderung der angewendeten Geschwindigkeit von $4{,}_{444}'$ bis auf $1{,}_{481}'$ eine Aenderung der Umdrehungszahl N von

Digitized by Google

63 bis auf 60 bewirkt wird. Der Unterschied beträgt also nur 3 Umdrehungen bei einer Verminderung der Geschwindigkeit auf den 3ten Theil.

Vom Versuche Nr. 9 ab betrachtet, nimmt bei weiterer Vergrößerung der Zeitdauer t die Umdrehungszahl N allmälig viel schneller ab, so zwar, daß bei den Versuchen 9 und 10 bei einer Vergrößerung von t von 135 bis auf 230 Secunden, während also die Geschwindigkeit v sich von $1{,}_{481}'$ auf $0{,}_{827}'$, also nicht einmal auf die Hälfte vermindert, in der Umdrehungszahl N schon ein Unterschied von 60 — 57 — 3 Umdrehungen hervortritt.

In den Versuchen Nr. 10 und Nr. 11, bei welchen die Zeitdauer t von 230 auf 324 Secunden vermehrt, demnach die Geschwindigkeit v von $0{,}_{870}'$ nur auf $0{,}_{617}'$ vermindert wird, zeigt sich schon eine Verminderung von $57 - 48 = 9$ Umdrehungen, und eine noch größere Steigerung der Aenderung der die Umdrehungszahl N ausdrückenden Werthe nach dem Ende der Versuchsreihe hin ist bei aufmerksamer Betrachtung leicht zu ersehen.

Der Versuch Nr. 18 endlich, bei welchem genau beobachtet wurde, daß eine für das Auge bemerkbare Drehung des Flügels nicht stattgefunden, erweist freilich nur, daß, als während des Durchlaufens der Distanz von 200 Fuß eine Zeitdauer von 600 Secunden verfloß, die angewendete Geschwindigkeit also auf $0{,}_{333}$ Fuß vermindert war, der Flügel sich überhaupt nicht mehr drehte, und obwohl damit die Grenze, bis zu welcher die Geschwindigkeit abnehmen muß, um die in den beweglichen Theilen des Instruments herrschenden, der Drehung des Flügels sich widersetzenden Reibungshindernisse eben gerade noch zu überwinden, noch keineswegs festgestellt wird, so ist durch den Versuch Nr. 18 doch ein näherer, bei den später folgenden Berechnungen zu verwerthender Anhalt gefunden.

Man wird aus dem gegenseitigen Verhalten der Werthe v und N in der Tabelle Nr. I endlich schließen können, daß selbst bei sehr groß gedachter Geschwindigkeit v die Umdrehungszahl N nur einen gewissen endlichen Werth erreichen wird, welcher nicht viel größer sein kann, als derjenige, welcher sich nach Versuch Nr. 1 schon bei einer Geschwindigkeit von $4{,}_{444}'$ mit $N = 63$ ergeben hat.

Die Ursachen der bei den Versuchen hervorgetretenen Erscheinungen sind im Allgemeinen wohl aus den Kräften zu erklären, welche auf die Drehung des hydrometrischen Flügels in verschiedenartigem Sinne einwirken.

Die in den beweglichen Theilen des Instruments herrschende Reibung bewirkt, daß erst bei einer gewissen Geschwindigkeit des Wassers der Flügel anfängt sich zu drehen.

Nach Ueberwindung dieser Reibung der Ruhe wird der Einfluß der in der bewegten Maschine immer noch vorhandenen Reibungswiderstände durch das Beharrungsvermögen des in Drehung befindlichen Flügels modificirt. Je größer die Geschwindigkeit des Wassers wird, desto mehr Uebergewicht gewinnt das Beharrungsvermögen über jene Reibung und die Anzahl N der Umdrehungen, welche der Flügel macht, während ein Wasserstreifen von bestimmter Länge an ihm vorbeifließt, würde dem Wachsen der Geschwindigkeit des Wassers entsprechend wachsen, vermehrten sich nicht gleichzeitig andere Widerstände, welche das Wasser der Drehung des Flügels entgegensetzt, mit der Stromgeschwindigkeit. Bei der Drehung durchschneiden nämlich die Flügelblätter und Flügelruthen das Wasser. Die Folge davon ist theils eine Reibung zwischen dem Wasser und den Außenflächen der beweglichen Theile des Instruments, theils ein mehr oder weniger normaler, der Drehung des Flügels entgegenwirkender Druck.

Beide Widerstände wachsen mit der Stromgeschwindigkeit und wirken mit auf die allmälige Abnahme der Vergrößerung der Umdrehungszahl N, demnach darauf ein, daß für einen sehr großen Werth der Stromgeschwindigkeit v die Umdrehungszahl N nur einen nahe liegenden endlichen Werth erreichen kann.

Diese Schlüsse leiten darauf hin, das Gesetz, nach welchem der Umlaufswerth W als abhängig von der Stromgeschwindigkeit v sich ändert, durch einen algebraischen Ausdruck für die Berechnung darzustellen.

Wie schon früher bemerkt, findet sich allgemein der Umlaufswerth W, wenn die Länge δ der bei den Versuchen benutzten Distanz durch die Anzahl N der Umdrehungen dividirt wird, welche der hydrometrische Flügel macht, während er im Wasser durch jene Distanz gezogen wird.

Es ist also:

$$(1) \quad \ldots \quad W = \frac{\delta}{N}.$$

Ferner war gefunden, daß die Umdrehungszahl N je nach der Geschwindigkeit v, mit welcher der Flügel durch das Wasser gezogen wurde, veränderlich, d. h. eine Function von v ist, welche mit $F(v)$ bezeichnet werden soll. Es ist also

$$(2) \quad \ldots \quad N = F(v) \quad \text{und daher}$$

$$(3) \quad \ldots \quad W = \frac{\delta}{F(v)}.$$

Den früheren Schlüssen zufolge soll nun für eine unendlich große Geschwindigkeit v der Umlaufswerth W einen endlichen Werth haben und ferner ergiebt sich, wenn v einer gewissen geringen Geschwindigkeit v_0 gleich wird, welche eben nicht mehr groß genug ist, um den Flügel in Drehung zu versetzen, bei welcher demnach gerade $N = 0$ wird, nach der Gleichung (1) $W = \frac{\delta}{0} = \infty$.

Es nimmt also für beide Grenzen einmal die unabhängige Veränderliche v, dann wieder die abhängige W einen unendlichen Werth an und es ist leicht ersichtlich, daß der directen Entwickelung des Umlaufswerthes als einer Function der Geschwindigkeit v Schwierigkeiten entgegenstehen und daß es vortheilhafter ist, zuerst die Umdrehungszahl N als Function von v zu entwickeln.

Am einfachsten wird aber die Herleitung, wenn man anstatt der Geschwindigkeit v, die nach den angestellten Versuchen dieser entsprechende Zeit t einführt, welche verfließt, während der Flügel die Distanz δ zurücklegt.

Es ist $\delta = v \cdot t$, daher $v = \frac{\delta}{t}$ und hiernach kann man die Gleichung (2) verändern in

$$N = F\left(\frac{\delta}{t}\right),$$

oder, da die Distanz δ constant bleibt, einfach setzen:

$$(4) \quad \ldots \quad N = F(t).$$

Die auf Grund der in Tabelle Nr. I dargestellten Versuchsresultate im Vorhergehenden bereits gezogenen Schlüsse führen nun zunächst darauf hin, daß die Gleichung $N = F(t)$

Digitized by Google

eine Curve darstellen muſs, indem bei gleichförmiger Veränderung der in der graphischen Darstellung als Abscisse zu betrachtenden Zeit t die letzterer entsprechende Umdrehungszahl N als Ordinate nicht ebenfalls gleichförmig verändert wird. Die unabhängige Variable t muſs deshalb in einer höheren, als in der ersten Potenz auftreten.

Ferner war aus den Beobachtungen gefolgert, daſs, wenn der hydrometrische Flügel durch die Distanz δ mit unendlich grofser Geschwindigkeit hindurchgezogen wird, hierbei dann also eine unendlich kleine, der Null gleichzusetzende Zeitdauer t verflieſst, für die Umdrehungszahl N ein endlicher gröfster Werth sich herausstellen muſs, welcher durch ν bezeichnet werden mag.

Mit der Verminderung der Geschwindigkeit v oder der Vergröfserung der Zeitdauer t verminderte sich endlich bei den Versuchen die Umdrehungszahl N und man kann demnach die Gleichung (4) versuchsweise specieller ausdrücken durch:

$$(5) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad N = \nu - A t^2,$$

wobei N, ν und t die bereits angegebene Bedeutung haben und A einen constanten Coëfficienten bezeichnet, welcher mit Hilfe der in Tabelle Nr. I zusammengestellten Versuchsresultate näher ermittelt werden muſs, über dessen Natur sich aber vorher schon im Allgemeinen Folgendes schlieſsen läſst.

Die Gleichung 5 muſs offenbar auch noch richtig sein für $N = 0$, d. h. für denjenigen Fall, in welchem die Geschwindigkeit des Wassers gerade so gering geworden ist, daſs die in dem Instrumente herrschende Reibung der Ruhe eben nicht mehr überwunden wird.

Bei einer solchen Geschwindigkeit, welche mit v_0 bezeichnet werden mag, verflieſst dann beim Durchlaufen der Distanz δ die Zeit t_0 und für diesen Fall wird dann aus Gleichung 5:

$$0 = \nu - A \cdot t_0^2, \text{ woraus}$$

$$(6) \quad . \quad . \quad A = \frac{\nu}{t_0^2} \text{ und}$$

durch Einsetzen in 5

$$(7) \quad . \quad . \quad . \quad N = \nu - \frac{\nu}{t_0^2} \cdot t^2 \text{ sich ergiebt.}$$

Hätte man demnach durch die angestellten Versuche die einer unendlich grofsen Geschwindigkeit entsprechende Umdrehungszahl ν und die Zeit t_0 direct gefunden, so lieſse sich durch Gleichung (7) die Umdrehungszahl N für jeden beliebigen Werth von t berechnen.

Deutlicher wird die Erklärung des einzuschlagenden Verfahrens durch eine geometrische Darstellung.

Denkt man nämlich von den in der Tabelle Nr. I dargestellten Versuchsresultaten die die Zeitdauer t ausdrückenden Zahlen als Abscissen und die den Zeiten t entsprechenden Umdrehungszahlen N als die jenen Abscissen zugehörigen rechtwinkeligen Ordinaten aufgetragen, so werden die Endpunkte der letzteren eine Linie bestimmen, welche eine stetig gekrümmte Curve sein müſste, wenn die Beobachtungen nicht sämmtlich mit den bereits besprochenen Fehlern behaftet wären.

Die Umdrehungszahlen N sind aber bei den Versuchen jedenfalls theils zu grofs, theils zu klein abgelesen und es werden, wie in Figur 4 skizzirt ist, die Endpunkte der Ordinaten N theils ober-, theils unterhalb jener die wahre Aenderung der Umdrehungszahl N darstellenden Curve liegen, so daſs es nun darauf ankommt, durch auf die Beobachtungsresultate gestützte Versuchsrechnungen die Gleichung jener Curve zu bestimmen, deren Ordinaten für jeden beliebigen Werth der Zeit t die Umdrehungszahl N möglichst richtig ausdrücken. Durch diese Gleichung wird auch der Punkt bestimmt, in welchem die Curve die Abscissenachse schneidet, und es wird somit die Zeit t_0 zu berechnen sein, für welche die Umdrehungszahl $N = 0$ wird. Ebenso wird auch der endliche Werth ν, welcher sich bei unendlich grofser Geschwindigkeit für die Umdrehungszahl N ergiebt, als Ordinate für $t = 0$ dann gefunden werden können.

Es wären nun in der versuchsweise als Ausdruck der richtigen Curve angenommenen Gleichung Nr. 5, nämlich:

$$N = \nu - A \cdot t^2$$

die unbekannten Constanten ν und A zu bestimmen. Hierfür würden zwei Gleichungen, mithin auch zwei richtig beobachtete, einander entsprechende Werthe von N und t ausreichend sein.

Es sind aber nach der Tabelle Nr. I zur Bestimmung der Constanten ν und A 17 durch Beobachtung gefundene, einander entsprechende Werthe von N und t vorhanden, welche sämmtlich mehr oder minder fehlerhaft sind.

Würde man nun mittelst je zweier dieser Werthe abwechselnd je zwei Gleichungen von der Form der Nr. 5 bilden, so würde jedes Paar dieser Gleichungen andere Werthe für die gesuchten Constanten ν und A ergeben.

Es muſs deshalb das unter dem Namen der Methode der kleinsten Quadrate bekannte Verfahren für die Berechnung eingeschlagen werden, welches, bei gleichmäſsiger Beachtung sämmtlicher Versuchsresultate, solche Werthe der gesuchten Constanten hervorbringt, die den unbekannten wahren Werthen möglichst nahe kommen.

Für eine Gleichung von der Form:

$$N = \nu - A \cdot t^2,$$

für welche m einander entsprechende Werthe von N und t durch m Beobachtungen gefunden sind, ergeben sich die Werthe der unbekannten Constanten ν und A nach der Methode der kleinsten Quadrate durch folgende Formeln:

Es ist

$$\nu = \frac{\Sigma(t^4) \cdot \Sigma(N) - \Sigma(t^2) \cdot \Sigma(t^2 \cdot N)}{m \cdot \Sigma(t^4) - (\Sigma(t^2))^2}$$

$$\text{und } -A = \frac{m \cdot \Sigma(t^2 \cdot N) - \Sigma(t^2) \cdot \Sigma(N)}{m \cdot \Sigma(t^4) - (\Sigma(t^2))^2},$$

wobei das Zeichen Σ die Summe der auf einander folgenden, durch die Beobachtung gefundenen Werthe von t und N und deren verschiedenen Potenzen und Combinationen bezeichnet.

Im vorliegenden Falle berechnet sich nach den in der Tabelle Nr. I zusammengestellten 17 Versuchsresultaten:

$m = 17.$ $\quad \Sigma(t^2) = 1192609.$

$\Sigma(N) = 914.$ $\quad \Sigma(t^2 \cdot N) = 52662856.$

$\Sigma(t^4) = 172280927845.$

$(\Sigma(t^2))^2 = 1422316226881.$

Diese Werthe in die obigen Formeln eingetragen, ergeben die unbekannten Constanten:

$$\nu = 62{,}_{8351} \text{ und } A = 0{,}_{0000129293},$$

und aus Gleichung Nr. 5 folgt demnach

$$(8) \quad . \quad N = 62{,}_{8351} - 0{,}_{0000129293}\, t^2.$$

Aus dieser Gleichung finden sich die wahrscheinlichen Werthe der Umdrehungszahlen N für die Werthe der Zei-

Digitized by Google

ten t, welche bei den in der Tabelle Nr. I aufgeführten 17 Versuchen verflossen, wie folgt:

Für den Versuch Nr. 1 ergiebt sich für $t = 45$; $N = 62{,}_{573}$.
- - - - 2 - - - - = 46; - = $62{,}_{562}$.
- - - - 3 - - - - = 65; - = $62{,}_{289}$.
- - - - 4 - - - - = 73; - = $62{,}_{146}$.
- - - - 5 - - - - = 78; - = $62{,}_{048}$.
- - - - 6 - - - - = 80; - = $62{,}_{005}$.
- - - - 7 - - - - = 100; - = $61{,}_{541}$.
- - - - 8 - - - - = 127; - = $60{,}_{789}$.
- - - - 9 - - - - = 135; - = $60{,}_{479}$.
- - - - 10 - - - - = 230; - = $55{,}_{995}$.
- - - - 11 - - - - = 324; - = $49{,}_{262}$.
- - - - 12 - - - - = 360; - = $46{,}_{979}$.
- - - - 13 - - - - = 380; - = $44{,}_{165}$.
- - - - 14 - - - - = 390; - = $43{,}_{170}$.
- - - - 15 - - - - = 410; - = $41{,}_{101}$.
- - - - 16 - - - - = 420; - = $40{,}_{028}$.
- - - - 17 - - - - = 440; - = $37{,}_{804}$.

Wie man nun durch die Vergleichung der in der Tabelle Nr. I aufgeführten beobachteten Umdrehungszahlen N mit den derselben Zeit t entsprechenden, so eben nach der Gleichung (8) berechneten ersieht, findet zwischen beiden gröfstentheils eine ziemliche Uebereinstimmung statt.

Die Differenz zwischen der beobachteten und der berechneten Zahl giebt die Gröfse des jedesmaligen wahrscheinlichen Beobachtungsfehlers, und dieser Fehler erscheint, wie man sieht, theils positiv, theils negativ, d. h. die Umdrehungszahl N ist theils zu grofs, theils zu klein abgelesen.

Am fehlerhaftesten erscheinen die Beobachtungen Nr. 10, 11, 16 und 17, da hier die Differenz mehr als eine ganze Umdrehung beträgt. Sonst ist die Differenz meistens geringer und übersteigt nur bei dem Versuche Nr. 7 um etwas den Werth einer halben Umdrehung.

Wenn nun mit Rücksicht auf die bereits früher erklärten, auf der Unvollkommenheit des am Instrumente befindlichen Zählapparats beruhenden Ungenauigkeiten die Uebereinstimmung der beobachteten Umdrehungszahl mit den nach der Gleichung (8) berechneten immerhin grofs genug ist, um den Schlufs ziehen zu können, dafs im Bereiche der bei den angestellten Versuchen zur Anwendung gekommenen Geschwindigkeiten die Gleichung (8) die Umdrehungszahlen N mit einer für die Praxis ausreichenden Genauigkeit ergiebt, so fragt es sich doch, ob jene Form der Gleichung auch dann genügt, wenn die Geschwindigkeiten aufserhalb der Grenzen der bei den vorstehenden Versuchen verwendeten liegen.

Bei Geschwindigkeiten, die gröfser sind, als die dem Versuche Nr. 1 entsprechende von $4{,}_{444}'$, kann die Anwendung der Gleichung (8) zu einigermaafsen wesentlichen Irrthümern nicht führen, da die Abnahme der Werthe von N in der Versuchsreihe schon deutlich zeigt, dafs die Umdrehungszahl selbst für einen sehr grofsen Werth der Geschwindigkeit den Werth $N = 63$ nur wenig übersteigen kann.

Wichtiger dagegen ist die Untersuchung des Verhaltens der Gleichung bei Anwendung von Geschwindigkeiten, welche geringer sind, als die von $0{,}_{454}'$, die dem Versuche Nr. 17 entspricht.

Nach Gleichung (6) war nun für die Constante A der Gleichung (5) der Werth

$$A = \frac{\nu}{t_0^2}$$

gefunden, wobei t_0 diejenige Zeit ist, welche, während der hydrometrische Flügel mit gleichmäfsiger Geschwindigkeit die im stehenden Wasser abgesteckte Distanz durchläuft, verfliefsen mufs, damit die Reibung der Ruhe behufs der Drehung des Flügels gerade überwunden wird.

Es ergiebt sich daher $t_0 = \sqrt{\frac{\nu}{A}}$.

Setzt man nun hierin für ν und A nach Gleichung 8 die gefundenen Zahlenwerthe ein, so ergiebt sich:

$$t_0 = \sqrt{\frac{62{,}_{5851}}{0{,}_{0001\,82393}}} = 697{,}_{13} \text{ Secunden.}$$

Dieser Zeit t_0 würde eine Geschwindigkeit

$$c_0 = \frac{200}{697{,}_{13}} = 0{,}_{287}'$$

entsprechen.

Die Beobachtung Nr. 18 der in Tabelle Nr. I aufgeführten Versuchsreihe hat aber ergeben, dafs der Flügel noch nicht in Drehung gerieth, als beim Durchlaufen der Distanz eine Zeit von nur 600 Secunden verfloss, was einer Geschwindigkeit von $c = \frac{200}{600} = 0{,}_{333}'$ entspricht.

Wenn sich nun auch einwerfen läfst, es sei eine Drehung des Flügels bei dem Versuche Nr. 18 doch noch vorhanden und nur so gering gewesen, dafs sie dem Auge nicht mehr bemerkbar wurde, so ergiebt sich der Beweis dafür, dafs die Gleichung Nr. 8 bei Anwendung sehr geringer Geschwindigkeiten unrichtig wird, doch sofort, wenn man sie auf den Versuch Nr. 18 direct anwendet, d. h. $t = 600$ einsetzt.

Es findet sich dann

$$N = 16{,}_{29}.$$

Der Berechnung gemäfs müfste der Flügel also noch etwa 16 Umdrehungen gemacht haben, während der Beobachtung nach die kleinste Drehung nicht mehr sichtbar war.

Hierdurch wird klar, dafs der Ausdruck

$$N = \nu - A \cdot t^2,$$

oder $N = \nu - \frac{\nu}{t_0^2} \cdot t^2$ nicht für alle Fälle, namentlich nicht für ganz geringe Stromgeschwindigkeiten anwendbar ist und dafs eine andere Form für die Function aufgesucht werden mufs.

Als nächstliegende allgemeine Form der Function liefse sich versuchsweise etwa hinstellen

$$N = \nu - Bt - C \cdot t^2,$$

wobei ν, B und C wieder Constanten sind, welche man durch Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate auf die Beobachtungen ermitteln könnte.

Diese Form führt indessen im weiteren Verlaufe der Berechnung auf sehr verwickelte Ausdrücke und ist deshalb nicht wohl anwendbar.

Leichter kommt man auf folgende Weise zum Ziel.

Die Curve, welche die Gleichung (7)

$$N = \nu - \frac{\nu}{t_0^2} t^2$$

darstellt, ist, wie sich durch Umformung der Gleichung in:

$$t^2 = \frac{t_0^2}{\nu} (\nu - N)$$

Digitized by Google

leicht ersehen läfst, eine Parabel, deren Parameter $\frac{t_0^2}{\nu}$ und deren unabhängige Veränderliche die Gröfse $\nu - N$ ist.

Figur 5 stellt diese Parabel dar; ihr Scheitel liegt bei A und, von hier aus nach unten gezählt, gehört zu der Abscisse $\nu - N$ die Ordinate t.

Bedenkt man nun, dafs die Gleichung (7) für die Zeiten t bis zu etwa 440 Secunden Werthe der Umdrehungszahl N ergab, welche mit den Beobachtungen ziemlich gut übereinstimmten, dafs aber bei weiterer Vergröfserung von t die zugehörigen, nach Gleichung (7) berechneten Umdrehungszahlen N den Beobachtungen gemäfs zu wenig abnahmen, dafs demnach die Curve weiterhin in Wirklichkeit stärker gekrümmt ist, als die Gleichung ergiebt, und, wie in Figur 5 angedeutet, vom Punkte B aus nicht die der Gleichung (7) entsprechende Richtung BC, sondern etwa die punktirt gezeichnete BD verfolgt, wodurch auch der Punkt, in welchem die Curve die Abscissenaxe schneidet, von C nach D dem Anfangspunkte 0 der Coordinaten näher gerückt und somit auch die durch die Linie $0D$ ausgedrückte Gröfse t_0 der Beobachtung Nr. 18 entsprechend kleiner wird, so liegt die Vermuthung nahe, dafs die gesuchte Curvengleichung vielleicht mehr der Mittelpunktsgleichung einer Ellipse entspricht, wie sie in Figur 6 gezeichnet ist.

Die halbe grofse Axe dieser Ellipse stellt die Zeit t_0 dar, welche beim Durchlaufen der Distanz verfliefst, wenn für die Drehung des Flügels die Reibung der Ruhe gerade überwunden werden soll, die halbe kleine Axe die Umdrehungszahl ν, welche sich ergiebt, wenn das Durchlaufen der Distanz mit unendlich grofser Geschwindigkeit geschieht.

Man erhält hiernach die Gleichung

$$(9) \quad . \quad . \quad N = \frac{\nu}{t_0} \sqrt{t_0^2 - t^2},$$

welche den im Allgemeinen aus den Versuchen gefolgerten Anforderungen entspricht, indem für

$t = 0$, d. h. für unendlich grofse Geschwindigkeit, $N = \nu$ und für $t = t_0$, $N = 0$ sich ergiebt.

Aus Gleichung (9) findet sich zunächst

$$(10) \quad . \quad . \quad . \quad N^2 = \nu^2 - \frac{\nu^2}{t_0^2} t^2.$$

Die zu suchenden Constanten sind ν^2 und $\frac{\nu^2}{t_0^2}$ und ergiebt für diesen Fall die Methode der kleinsten Quadrate folgende Formeln:

Es ist

$$\nu^2 = \frac{\Sigma(t^4) \cdot \Sigma(N^2) - \Sigma(t^2) \cdot \Sigma(t^2 \cdot N^2)}{m \cdot \Sigma(t^4) - (\Sigma(t^2))^2}$$

und

$$-\frac{\nu^2}{t_0^2} = \frac{m\Sigma(t^2 \cdot N^2) - \Sigma(t^2) \cdot \Sigma(N^2)}{m \cdot \Sigma(t^4) - (\Sigma(t^2))^2}$$

Mit Hilfe der in der Tabelle Nr. I aufgeführten 17 Beobachtungsresultate findet sich nun

$m = 17$,	$\Sigma(t^2 \cdot N^2) = 2371351014$,
$\Sigma(t^2) = 1192609$,	$\Sigma(t^4) = 172280927845$,
$\Sigma(N^2) = 50634$,	$(\Sigma(t^2))^2 = 1422316226881$,

und durch Einsetzen dieser Werthe in die letzten beiden Formeln

$$\nu^2 = 3913{,}_{2666} \text{ und } \frac{\nu^2}{t_0^2} = 0{,}_{01332501},$$

wonach dann Gleichung (10) sich verändert in

$$(11) \quad . \quad N^2 = 3913{,}_{2666} - 0{,}_{01332501}\, t^2,$$

oder

$$(12) \quad . \quad N = \sqrt{3913{,}_{2666} - 0{,}_{01332501}\, t^2}.$$

Diese Gleichung läfst sich dann auch in der Form der Gleichung (9) ausdrücken, indem sich

$$\nu = \sqrt{3913{,}_{2666}} = 62{,}_{5561}; \quad \frac{\nu}{t_0} = \sqrt{0{,}_{01332501}} = 0{,}_{115434}$$

und daher $t_0 = \frac{62{,}_{5561}}{0{,}_{115434}} = 542$ Secunden ergiebt, und man erhält durch entsprechendes Einsetzen in (9)

$$(13) \quad . \quad N = 0{,}_{115434} \sqrt{293764 - t^2}$$

als Gleichung für die Berechnung der veränderlichen Umdrehungszahl N.

Die der Zeit t_0 entsprechende Geschwindigkeit wäre hiernach

$$v_0 = \frac{\delta}{t_0} = \frac{200}{542} = 0{,}_{3690}'.$$

Jedenfalls haben nun die zuletzt gefundenen Werthe $t_0 = 542$ und $v_0 = 0{,}_{3690}$ eine weit gröfsere Wahrscheinlichkeit für sich, als die Werthe $t_0 = 697$ und $v_0 = 0{,}_{287}$, welche aus der Gleichung (8) entwickelt sind und deren geringe Uebereinstimmung mit den Beobachtungen bereits nachgewiesen wurde.

Der Versuch Nr. 18 ergab nämlich, dafs bei der während des Durchlaufens der abgesteckten Distanz von 200′ verflossenen Zeit von 600 Secunden demnach bei einer Geschwindigkeit von $0{,}_{333}'$ eine Drehung des Flügels nicht mehr bemerkbar gewesen, und es ist sehr wahrscheinlich, dafs erst bei einer etwas gröfseren Geschwindigkeit, wie sie nach Gleichung (13) zu $0{,}_{369}'$ sich ergab, die Reibung der Ruhe behufs der Drehung überwunden worden wäre.

Jedenfalls aber liegt der letztere Werth der Wahrheit schon so nahe, dafs der etwa noch stattfindende Unterschied für die practische Anwendung der Berechnungsweise auf Stromgeschwindigkeits-Messungen von keinem wesentlichen Einflusse sein kann.

Inwieweit im Uebrigen die Ergebnisse der Gleichung (13) mit den Beobachtungen übereinstimmen, zeigt folgende Zusammenstellung:

Tabelle Nr. II.

Versuchs-Nr.	$t =$ Secunden	Beobachtet $N =$	Berechnet $N =$	Beobachtungsfehler $x =$
1	45	63	62,332	+ 0,668
2	46	63	62,320	+ 0,680
3	65	62	62,095	— 0,095
4	73	62	61,977	+ 0,023
5	78	62	61,896	+ 0,104
6	80	62	61,860	+ 0,140
7	100	61	61,473	— 0,473
8	127	61	60,805	+ 0,195
9	135	60	60,576	— 0,576
10	230	57	56,636	+ 0,364
11	324	48	50,141	— 2,141
12	360	46	46,757	— 0,757
13	380	44	44,599	— 0,599
14	390	43	43,434	— 0,434
15	410	42	40,906	+ 1,092
16	420	42	39,534	+ 2,466
17	440	36	36,523	— 0,523

Digitized by Google

Man ersieht zunächst durch eine Vergleichung der mittelst der Gleichung (13) für die Umdrehungszahlen N berechneten Werthe mit den entsprechenden, welche Gleichung (8) ergab, dafs für Geschwindigkeiten, welche den Versuchen Nr. 1 bis einschliefslich Nr. 16 entsprechen, ein bedeutender Unterschied zwischen beiden nicht stattfindet. Die Gleichung (13) ergiebt für die Versuche Nr. 1 bis einschliefslich Nr. 7 etwas kleinere, dann von Nr. 8 bis einschliefslich Nr. 14 etwas gröfsere und von Nr. 15 bis Nr. 17 wieder kleinere Werthe für N, als Gleichung (8), wie dies dem gegenseitigen Verhalten der durch beide Gleichungen ausgedrückten Curven entspricht.

Der gröfste Unterschied zeigt sich bei dem Versuche Nr. 17 in Folge der stärkeren Krümmung der Curve der Gleichung (13), wie sie dem Versuche Nr. 18 gemäfs als wahrscheinlich sich ergab.

Es wird hierdurch zuvörderst klar, dafs die Gleichung (13) hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit der Gleichung (8) vorzuziehen ist, weil erstere auch für ganz geringe Geschwindigkeiten mit den Beobachtungen nahezu übereinstimmende Resultate liefert.

Was ferner die Unterschiede betrifft, welche zwischen der nach Gleichung (13) berechneten Umdrehungszahl und der direct beobachteten stattfinden und welche als wahrscheinliche Beobachtungsfehler x in der letzten Spalte der Tabelle Nr. II aufgeführt sind, so sind dieselben mit Ausnahme der zu den Versuchen Nr. 11, 15 und 16 gehörenden verhältnifsmäfsig gering, indem sie positiv und negativ wechselnd die Gröfse einer halben Umdrehung nur theilweise wenig übersteigen.

Die Gröfse des wahrscheinlichen mittleren Fehlers ε der Beobachtungen ergiebt sich nach den Principien der Wahrscheinlichkeitsrechnung aus der Formel

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\Sigma(x^2)}{m-n}},$$

wobei $\Sigma(x^2)$ die Summe der Quadrate sämmtlicher Beobachtungsfehler, m die Anzahl der Beobachtungen und n die Anzahl der zu ermittelnden Constanten.

Im vorliegenden Falle ist $m = 17$; $n = 2$, und aus der Tabelle Nr. II findet sich

$$\Sigma(x^2) = 14{,}925856$$

und demnach $\varepsilon = 0{,}997$ Umdrehungen.

Aus dem wahrscheinlichen mittleren Fehler ε ergiebt sich dann der wahrscheinliche Fehler jeder einzelnen Beobachtung:

$$r = 0{,}67450 \cdot \varepsilon$$
$$= 0{,}67450 \cdot 0{,}997$$
$$= 0{,}6725 \text{ Umdrehungen.}$$

Die verhältnifsmäfsig sehr bedeutende Gröfse des mittleren Fehlers 2 hat ihren Grund augenscheinlich nur in einer geringen, besonders fehlerhaften Anzahl von den im Ganzen angestellten Beobachtungen, namentlich in den Beobachtungen Nr. 11, Nr. 15 und 16. Der Fehler r, welcher bei jeder einzelnen Beobachtung wahrscheinlich gemacht wird, erscheint in seiner $0{,}67$ Umdrehungen gleichkommenden Gröfse auch zu bedeutend, wenn man bedenkt, dafs die Beobachtungsfehler, wie früher bereits besprochen, hauptsächlich wohl auf der Unvollkommenheit des Zählapparats beruhen und dafs der ungünstigste Fall eintreten mufs, wenn in Folge des letzteren Umstandes ein Fehler in der Höhe von einer halben Umdrehung eintreten soll.

Hiernach rechtfertigt es sich, eine Correction der in Gleichung (13) auftretenden Constanten vorzunehmen, indem die augenscheinlich ganz besonders fehlerhaften Beobachtungsresultate von der Berechnung ausgeschlossen und nur die übrigen der Behandlung mittelst der Methode der kleinsten Quadrate unterzogen werden.

Nach dem Ausscheiden der Versuche Nr. 11 und Nr. 16 ergiebt sich z. B. dann mit Beibehaltung der Form der Gleichung (9)

$$(14) \quad . \quad N = 0{,}11634 \sqrt{290521 - t^2},$$

wobei nun $r = 62{,}65$ und $t_0 = 539$ wird.

Weitere Correctionen der Constanten, darauf basirend, dafs die am wenigsten sicheren Beobachtungsresultate nur einfach, die übrigen doppelt, d. h. als wären die einzelnen Beobachtungen zweimal gemacht, in Rechnung gestellt wurden, führten schliefslich auf folgende Gleichung:

$$(15) \quad . \quad N = 0{,}1193 \sqrt{280900 - t^2}.$$

Hierbei ist dann $r = 63{,}2285$

und $t_0 = 530$ Secunden,

$$r_0 = \frac{200}{530} = 0{,}3774'.$$

Diese Gleichung ist für alle weiteren Zahlenrechnungen, welche sich speciell auf den in Breslau verwendeten hydrometrischen Flügel beziehen, benutzt worden.

Ein für die Praxis wesentlicher Unterschied in den Ergebnissen der Gleichung 13 und 15 besteht übrigens nicht, wie dies auch schon aus der gegenseitigen Vergleichung der beiden entsprechenden Constanten r und t_0 und aus der Vergleichung der Tabelle Nr. II mit der folgenden Tabelle N. III hervorgeht, welch' letztere mit Hilfe der Gleichung (15) berechnet ist.

Tabelle Nr. III.

Versuchs-Nr.	Zeitdauer t Secunden	Beobachtet $N =$	Berechnet $N =$	Beobachtungsfehler x
1	45	63	63,000	0,000
2	46	63	62,990	+ 0,010
3	65	62	62,752	− 0,752
4	73	62	62,632	− 0,632
5	78	62	62,540	− 0,540
6	80	62	62,504	− 0,504
7	100	61	62,096	− 1,096
8	127	61	61,387	− 0,387
9	135	60	61,143	− 1,143
10	230	57	56,964	+ 0,036
[11	324	48	50,038	− 1,962]
12	360	46	46,404	− 0,404
13	380	44	44,076	− 0,076
14	390	43	42,815	+ 0,185
[15	410	42	40,068	+ 1,932]
[16	420	42	38,566	+ 3,434]
17	440	36	35,249	+ 0,751

Mit Ausnahme der jedenfalls besonders fehlerhaften Beobachtungen Nr. 11, Nr. 15 und Nr. 16 ist die Uebereinstimmung der nach Gleichung (15) berechneten Umdrehungszahlen N mit den beobachteten wohl grofs genug, um darauf schliefsen zu können, dafs die allgemeine Form der Gleichung (9), nämlich

$$N = \frac{r}{t_0} \sqrt{t_0^2 - t^2}$$

Digitized by Google

als annähernd genauer Ausdruck für das Gesetz, nach welchem die Zahl N der Umdrehungen, welche der hydrometrische Flügel beim Durchlaufen einer bestimmten Distanz δ macht, oder, wie dies auch anders ausgedrückt werden kann, welche er macht, während ein Wasserstreifen von bestimmter Länge δ an ihm vorbeifliefst, anders ausfällt, je nachdem dabei eine kürzere oder längere Zeitdauer t verstrich, oder je nachdem das Vorbeifliefsen mit gröfserer oder geringerer Geschwindigkeit erfolgte, anwendbar ist und den weiteren Entwickelungen zu Grunde gelegt werden kann.

Der Ausdruck für den veränderlichen Umlaufswerth W findet sich nun einfach dadurch, dafs die Distanz δ durch die Umdrehungszahl N dividirt wird. Es ist dann

$$W = \frac{\delta}{N}, \text{ oder mit Rücksicht auf (9)}$$

$$(16) \quad W = \frac{\delta}{\frac{\nu}{t_0}\sqrt{t_0^2 - t^2}}.$$

Anstatt der Zeit t kann man ferner die derselben entsprechende Geschwindigkeit v einführen, indem $t = \frac{\delta}{v}$ und $t_0 = \frac{\delta}{v_0}$, und man erhält dann aus Gleichung (16) nach gehöriger Umformung

$$(17) \quad W = \frac{\delta}{\nu}\sqrt{\frac{v^2}{v^2 - v_0^2}}$$

als Gleichung für den nach der Stromgeschwindigkeit v veränderlichen Umlaufswerth.

Für den in Breslau zu den Beobachtungen benutzten hydrometrischen Flügel würde die specielle Gleichung für den Umlaufswerth mit Rücksicht auf den Werth $\delta = 200'$ und die nach Gleichung (15) ermittelten Werthe der Constanten ν und v_0 sich folgendermaafsen ergeben:

$$(17^a) \quad W = \frac{200}{63{,}2283}\sqrt{\frac{v^2}{v^2 - 0{,}3774^2}}.$$

Die Gleichung (17) ist indessen für die bei Stromgeschwindigkeits-Messungen anzustellenden Berechnungen deshalb nicht direct anwendbar, weil man die in einem Stromprofile herrschenden Geschwindigkeiten nicht vorher kennt.

Man kann freilich, nachdem für ein bestimmtes Instrument die in Gleichung (9) auftretenden Constanten ν und t_0 bestimmt sind, für eine angenommene gleichmäfsig fortschreitende Reihe von Zeiten t, welche verfliefsen, während ein Wasserstreifen von der Länge δ an dem Instrumente je nach der hierfür angenommenen Geschwindigkeit vorbeigeht, die zugehörigen Umdrehungszahlen N und demnach auch den jedesmaligen Umlaufswerth $W = \frac{\delta}{N}$ berechnen.

Die einem jeden Werthe von t entsprechende Stromgeschwindigkeit v findet sich dann leicht $= \frac{\delta}{t}$. Weifs man ferner, dafs der Flügel während der Zeit von t Secunden N Umdrehungen gemacht hat, so läfst sich folgern, dafs er dabei in einer Secunde $\frac{N}{t}$ und während einer bestimmten, für die Stromgeschwindigkeits-Messungen constant festzusetzenden Beobachtungsdauer von T Secunden dann $\frac{NT}{t}$ Umdrehungen machen wird.

Wird die Anzahl der letzteren allgemein mit n bezeichnet, so erhält man

$$(18) \quad \ldots \quad n = \frac{N \cdot T}{t}.$$

Das Ganze läfst sich dann tabellarisch ordnen und man ersieht gemäfs der bei der Stromgeschwindigkeits-Messung während der Beobachtungsdauer T abgelesenen Umdrehungszahl n sofort, welchen Umlaufswerth W aus der angefertigten Tabelle man für die Berechnung der betreffenden Beobachtung zu entnehmen hat.

Dieses sehr umständliche Verfahren kann man indessen leicht vermeiden, wenn man aus Gleichung (18) die Folgerung

$$(19) \quad N = \frac{n \cdot t}{T}$$ zieht und diesen Werth von N in Gleichung (9) einführt.

Man erhält dann

$$(20) \quad \ldots \quad \frac{n \cdot t}{T} = \frac{\nu}{t_0}\sqrt{t_0^2 - t^2}.$$

Setzt man hierin schliefslich noch die Werthe $t = \frac{\delta}{v}$ und $t_0 = \frac{\delta}{v_0}$ ein, so findet sich nach gehöriger Umformung

$$(21) \quad \ldots \quad v = \sqrt{\frac{\delta^2}{\nu^2 T^2} n^2 + v_0^2}.$$

Diese Gleichung ergiebt direct die Stromgeschwindigkeit v, welche einer am hydrometrischen Flügel abgelesenen, während der Beobachtungsdauer T durch den Strom bewirkten Umdrehungszahl n entspricht.

Setzt man die Beobachtungsdauer T z. B. auf 60 Secunden fest und entnimmt der Gleichung (15) die Werthe der Constanten

$\nu = 63{,}2283$ und

$v_0 = 0{,}3774'$, so ergiebt sich, da die bei den Versuchen angewendete Distanz $\delta = 200$ war, für das in Breslau angewendete Instrument nach Gleichung (21)

$$(22) \quad \ldots \quad v = \sqrt{0{,}000278\, n^2 + 0{,}1424}.$$

Würden die Werthe der Constanten ν und v_0 aus Gleichung (12) entnommen, dann würde sich ergeben,

$$(23) \quad \ldots \quad v = \sqrt{0{,}000284\, n^2 + 0{,}13816}.$$

Man wird sich durch Ausrechnung einiger einfachen Beispiele leicht überzeugen, dafs zwischen den von beiden Formeln für gleiches n gelieferten Stromgeschwindigkeiten v ein für die Praxis irgend wesentlicher Unterschied nicht stattfindet.

So ergiebt sich z. B. für $n = 100$,
nach Gleichung (23) $v = 5{,}342'$,
und nach Gleichung (22) $v = 5{,}286'$.
und der Unterschied von $0{,}056'$ ist bei der bedeutenden Stromgeschwindigkeit von über $5'$ verhältnifsmäfsig wohl sehr gering.

Dafs die Gleichung (22) Werthe für v liefert, welche mit den bei Gelegenheit der in der Tabelle Nr. I dargestellten Versuche beobachteten Geschwindigkeiten sehr gut übereinstimmen, erhellt aus folgender Vergleichung, für welche der Kürze halber nur eine die verschiedenen Gröfsen der Geschwindigkeit, mit welcher operirt wurde, repräsentirende kleinere Anzahl der Beobachtungsresultate ausgewählt ist.

Digitized by Google

Um Gleichung (22) hierauf anwenden zu können, mufs die Umdrehungsanzahl n, welche bei jedem der Versuche während der Zeitdauer T von 60 Secunden stattfand, aus den entsprechenden in Tabelle I aufgeführten Beobachtungswerthen N und t mit Hilfe der Gleichung (18)

$$n = \frac{N \cdot T}{t}, \quad \text{jetzt also } n = \frac{N \cdot 60}{t}$$

vorher berechnet werden.

Man erhält dann für die Versuche

	Nr. 1;	Nr. 6;	Nr. 10;	Nr. 14;	Nr. 17,
wobei $n =$	84;	46,5;	14,86;	6,615;	4,909,
und nach der Beobachtung war $v =$	4,444′;	2,500′;	0,876′;	0,513′;	0,455′,
nach der Berechnung mittelst Gleichung (22) $v =$	4,445;	2,4806;	0,8706;	0,5139;	0,45767
die Differenz beträgt hiernach	−0,001′;	+0,0194′;	−0,0006′;	−0,0009′;	−0,0026′.

Nach Gleichung (22) ist nun für den in Breslau benutzten hydrometrischen Flügel eine Hilfstabelle berechnet, welche nachstehend hier aufgeführt ist, weil sie für eine graphische Darstellung weiterhin noch benutzt werden soll.

Tabelle Nr. IV.

Zusammenstellung der Stromgeschwindigkeiten v, welche der während einer Beobachtungsdauer von 60 Secunden an dem in Breslau angewendeten hydrometrischen Flügel abgelesenen Umdrehungszahl n entsprechen.

n	v Fufs	n	v Fufs	n	v Fufs	n	v Fufs
1	0,381	26	1,432	51	2,715	76	4,025
2	0,392	27	1,473	52	2,768	77	4,078
3	0,409	28	1,524	53	2,820	78	4,130
4	0,432	29	1,575	54	2,872	79	4,183
5	0,460	30	1,626	55	2,925	80	4,235
6	0,492	31	1,677	56	2,977	81	4,288
7	0,528	32	1,728	57	3,029	82	4,340
8	0,566	33	1,780	58	3,082	83	4,392
9	0,606	34	1,832	59	3,134	84	4,445
10	0,648	35	1,883	60	3,186	85	4,497
11	0,692	36	1,935	61	3,238	86	4,549
12	0,737	37	1,987	62	3,291	87	4,602
13	0,782	38	2,039	63	3,343	88	4,654
14	0,829	39	2,090	64	3,396	89	4,707
15	0,876	40	2,142	65	3,448	90	4,760
16	0,924	41	2,194	66	3,500	91	4,813
17	0,972	42	2,246	67	3,553	92	4,865
18	1,021	43	2,298	68	3,605	93	4,917
19	1,070	44	2,350	69	3,657	94	4,970
20	1,120	45	2,402	70	3,710	95	5,023
21	1,170	46	2,454	71	3,762	96	5,076
22	1,220	47	2,506	72	3,815	97	5,128
23	1,270	48	2,558	73	3,868	98	5,181
24	1,320	49	2,610	74	3,920	99	5,233
25	1,371	50	2,663	75	3,973	100	5,286

Die im Jahre 1863 im Breslauer Wasser-Baubezirke mit demselben hydrometrischen Flügel angestellten Stromgeschwindigkeits-Messungen sind hierauf im Jahre 1864 mittelst der Gleichung (22) und der hieraus gefolgerten Tabelle Nr. IV einer neuen Berechnung unterzogen worden, deren Resultate indessen mit den im Jahre 1863 durch Einführung eines für alle Stromgeschwindigkeiten constanten, als mittlere Durchschnittszahl aus einer Anzahl von Versuchen erhaltenen Umlaufswerths gewonnenen Resultaten bis auf kleine, für die Praxis verschwindende Differenzen sehr genau übereinstimmten.

Der Grund dieser Uebereinstimmung lag einfach darin, dafs die in den zu den Messungen benutzten Profilen herrschenden mittleren Stromgeschwindigkeiten zufälligerweise derjenigen Geschwindigkeit sehr nahe kamen, mit welcher bei der Ermittelung des im Jahre 1863 zu den Berechnungen benutzten constanten Umlaufswerths durchschnittlich operirt worden war.

Wie sehr indessen die Resultate, welche die der Gleichung (21) entsprechende Berechnungsweise ergiebt, von denjenigen, die unter Einführung eines constanten Umlaufswerths gefunden sind, differiren können, sobald die in einem Stromprofile wirklich herrschende mittlere Geschwindigkeit bedeutend abweicht von derjenigen, mit welcher in stehendem Wasser der bei den Berechnungen eingeführte Umlaufswerth ermittelt worden ist, geht aus folgendem angenommenen Beispiele hervor.

Es seien in einer kurzen Stromstrecke bei gleichem Wasserstande zwei Profile A und B zu den Messungen benutzt worden, welche naturgemäfs in der Zeiteinheit dieselbe Wassermenge führen müssen.

Das Profil A habe einen Flächeninhalt von 300 □Fufs und die wirklich darin stattfindende mittlere Geschwindigkeit betrage 1 Fufs. Das Profil B enthalte 600 □Fufs und es herrsche darin, da die Wassermengen beider Profile gleich sein müssen, eine mittlere Geschwindigkeit von $^1/_2$ Fufs.

Bei Bestimmung des der Berechnung der Stromgeschwindigkeits-Messungen zu Grunde gelegten Umlaufswerths W endlich sei eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 2′, wie sie, als für die Versuche in stehendem Wasser bequem, wohl gewöhnlich gebraucht wird, angewendet worden.

Wird nun dieses Beispiel auf den in Breslau benutzten hydrometrischen Flügel bezogen, so würde mit Hilfe der Gleichung (17*) sich Folgendes ergeben.

1. Der durch Versuche bei Anwendung einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 2′ bestimmte Umlaufswerth würde betragen . . . . . 3,221′,
2. Der mittleren Stromgeschwindigkeit des Profils A von 1′ entspricht ein Umlaufswerth von . . 3,416′,
3. derjenigen des Profils B von 0,50′ ein Umlaufswerth von . . . . . 4,821′.

Es ist nun leicht einzusehen, dafs die Berechnung der Wassermengen beider Profile mit dem Umlaufswerthe $W = 3{,}221'$ ergeben würde:

1. Für das Profil A

die Wassermenge $M = \frac{300 \cdot 3{,}221}{3{,}416} = 283$ kb′.

2. Für das Profil B

$M = \frac{300 \cdot 3{,}221}{4{,}821} = 204$ kb′,

während in Wirklichkeit durch jedes Profil per Secunde 300 kb′ Wasser flofsen.

Von den im Regierungsbezirk Oppeln im Jahre 1863 angestellten Stromgeschwindigkeits-Messungen, welche die

Digitized by Google

Veranlassung zu der hier beschriebenen Untersuchung gewesen sind, waren dem Unterzeichneten eben nur die Hauptresultate, d. h. der für jedes Stromprofil ermittelte Flächeninhalt, die Wassermenge und hiernach auch die in dem Profile herrschende mittlere Geschwindigkeit bekannt geworden. Auch sind jene Messungen mit einem anderen hydrometrischen Flügel angestellt worden.

Um dieselben nach der neuen Berechnungsweise ebenso zu berichtigen, wie dies mit den bei Breslau im Jahre 1863 vorgenommenen Messungen nachträglich geschehen ist, hätten für das in Oppeln angewendete Instrument die Constanten der Gleichung 21 in der vorhin beschriebenen Weise ermittelt und hiernach die bei den Stromgeschwindigkeits-Messungen gemachten Beobachtungen einer neuen Berechnung unterzogen werden müssen.

Es läfst sich indessen nach den vorhandenen Resultaten wenigstens im Allgemeinen nachweisen, dafs auch bei den im Regierungsbezirk Oppeln vorgenommenen Messungen die Anwendung der neuen Berechnungsmethode zu übereinstimmenden Resultaten führen würde.

Nimmt man nämlich an, jene Messungen seien mit dem in Breslau verwendeten hydrometrischen Flügel angestellt und es sei ihrer Berechnung derselbe Umlaufswerth $W = 3{,}_{225}'$ als Constante zu Grunde gelegt worden, welcher im Jahre 1863 in Breslau gebraucht wurde, so kann man mit den Resultaten der bei Oppeln stattgehabten Messungen ähnlich verfahren, wie in dem vorhin angenommenen Beispiele.

Es ist nun im Anfange dieses Aufsatzes von den im Regierungsbezirke Oppeln vorgenommenen Messungen unter a) ein Fall angeführt, bei welchem die früher besprochenen Abweichungen besonders klar hervortreten, indem sich für drei bei Ratibor bei demselben Wasserstande gemessene Stromprofile, welche naturgemäfs dieselbe Wassermenge hätten führen müssen, Folgendes ergab.

Es fanden sich:

für Profil I mit 312 □Fufs Fläche = 78 kb′ Wasser,
- - II - 136 - - = 132 desgl.,
- - III - 301 - - = 80 desgl.

Der Umlaufswerth W wird, wie früher nachgewiesen, mit dem Wachsen der Stromgeschwindigkeit c immer weniger veränderlich und es dürfte deshalb die Wassermenge für das Profil Nr. II, welches den kleinsten Flächeninhalt hat und in welchem demgemäfs die gröfste mittlere Geschwindigkeit herrscht, relativ am richtigsten berechnet sein. Absolut richtig ist diese Wassermenge jedoch jedenfalls auch noch nicht und sie wird sich zu der richtigen M_2 verhalten, wie der zur Berechnung verwendete Umlaufswerth von $3{,}_{25}'$ zu demjenigen Umlaufswerthe W, welcher der in dem Profile wirklich herrschenden mittleren Stromgeschwindigkeit entspricht. Für letzteren ist zwar auch kein genau richtiger Werth vorhanden, indessen mag er aus der für das Profil II ermittelten Fläche und Wassermenge gefolgert werden.

Für das Profil Nr. II ergiebt sich demnach die mittlere Geschwindigkeit

$$c_2 = \frac{132}{136} = 0{,}_{970}',$$ welcher nach der Gleichung (17*) ein Umlaufswerth $W_2 = 3{,}_{43}'$ entspricht.

Man hat hiernach auf Grund der vorhin gemachten Voraussetzung:

$$M_2 : 132 = 3{,}_{13} : 3{,}_{25},$$

woraus $M_2 = 139$ kb′ als annähernd richtige Wassermenge für das Profil Nr. II sich ergiebt, wie sie auch den beiden anderen Profilen entsprechen müfste.

Es ist dann für das Profil Nr. I bei 312 □Fufs Flächeninhalt die mittlere Geschwindigkeit

$$c_1 = \frac{139}{312} = 0{,}_{446},$$ welcher nach Gleichung (17*) ein Umlaufswerth:

$W_1 = 5{,}_{225}'$ entspricht.

Das vorhin bereits angewendete Verfahren ergiebt dann

$$M_1 = \frac{78 \cdot 5{,}_{225}}{3{,}_{25}} = 142 \text{ kb}'.$$

Ebenso ist für das Profil Nr. III

$$c_3 = \frac{139}{301} = 0{,}_{462}'$$ die mittlere Geschwindigkeit und der derselben entsprechende Umlaufswerth

$W_3 = 5{,}_{498}'$,

wonach sich die Wassermenge

$$M_3 = \frac{80 \cdot 5{,}_{498}}{3{,}_{25}} = 135 \text{ kb}'$$ ermittelt.

Nach dieser Berechnungsweise ergeben sich daher die Wassermengen:

für das Profil Nr. I $M_1 = 142$ kb′,
desgl. Nr. II $M_2 = 139$ kb′,
desgl. Nr. III $M_3 = 135$ kb′,

die Resultate stimmen also nun ebenfalls gut überein.

Dagegen fand sich nach der zu Anfang dieses Aufsatzes erwähnten, in Oppeln vorgeschlagenen Berichtigungsmethode

$M_1 = 187$ kb′,
$M_2 = 179$ kb′,
$M_3 = 185$ kb′,

also für jedes Profil etwa 40 bis 50 kb′ mehr.

Die bei den eben durchgeführten Berechnungen angewendete Näherungsmethode beruht auf nicht ganz richtigen Voraussetzungen; es sollte damit aber auch nur der Versuch gemacht werden, im Allgemeinen darzuthun, dafs eine nachträgliche Berichtigung der Messungen, welche durch ihre ungenügende Uebereinstimmung die im vorliegenden Aufsatze behandelte Untersuchung veranlafst haben, vermittelst einer der Veränderlichkeit des Umlaufswerths nach der Stromgeschwindigkeit entsprechenden Berechnungsweise auf richtige, übereinstimmende Resultate führen wird.

Hiermit war die Lösung der dem Verfasser gestellten Aufgabe als abgeschlossen zu betrachten, indem die Ursache der bei den Resultaten der Messungen hervorgetretenen Abweichungen in der Veränderlichkeit des von der Stromgeschwindigkeit abhängigen Umlaufswerths und aufserdem das Gesetz gefunden ist, nach welchem jene Veränderung erfolgt.

Eine weitere Verfolgung dieses Gegenstandes führt indessen auf sehr interessante Beziehungen der in den beweglichen Theilen des Instruments vorhandenen, auf die Drehung des Flügels einwirkenden Reibungswiderstände zu den Beobachtungen, namentlich aber ist das speciellere Eingehen auf eine figürliche Darstellung des durch die vorhergegangene Untersuchung in algebraischer Form Gefundenen sehr geeignet, über das Ganze noch gröfsere Klarheit zu verbreiten.

Zu diesem Zwecke ist zunächst die für die Stromgeschwindigkeit c gefundene allgemeine Gleichung Nr. (21) näher zu betrachten, nämlich

Digitized by Google

$$v = \sqrt{\frac{\delta^2}{T^2 \cdot \nu^2} \cdot n^2 + v_0^2},$$

in welcher

v die gesuchte Stromgeschwindigkeit,

δ die bei der Ermittelung des Umlaufswerths angenommene Distanz, in deren Ausdehnung der hydrometrische Flügel durch stehendes Wasser gezogen wird,

ν die Anzahl der Umdrehungen, welche der Flügel während des Durchlaufens der Distanz δ machen würde, sobald die Bewegung mit sehr grofser Geschwindigkeit geschieht,

n die während der bei der Stromgeschwindigkeits-Messung als Beobachtungsdauer festgesetzten Zeit T am Instrumente abgelesene Umdrehungszahl und endlich

v_0 diejenige Stromgeschwindigkeit bezeichnet, welche gerade nicht mehr im Stande ist, die Reibungswiderstände zu überwinden und den Flügel in Drehung zu versetzen.

Der Bruch $\frac{\delta}{\nu}$ in obiger Gleichung ist der Ausdruck für denjenigen Umlaufswerth, welcher einer unendlich grofsen Stromgeschwindigkeit entspricht. Bezeichnet man diesen Werth $\frac{\delta}{\nu}$ mit $\mathfrak{W}$, so verändert sich Gleichung (21) in

$$(24) \quad \ldots \quad v = \sqrt{\frac{\mathfrak{W}^2}{T^2} \cdot n^2 + v_0^2}.$$

Dies ist die Gleichung einer Hyperbel, welche sich in der Umformung

$$(25) \quad \ldots \quad n = \frac{T}{\mathfrak{W}} \sqrt{v^2 - v_0^2}$$

besser erkennen läfst.

v_0 ist die halbe Hauptaxe dieser Hyperbel, deren halbe Nebenaxe durch den Ausdruck $\frac{T \cdot v_0}{\mathfrak{W}}$ repräsentirt wird.

n und v sind die zusammengehörigen Coordinaten.

Die Gleichung $v = \sqrt{\frac{\mathfrak{W}^2}{T^2} \cdot n^2 + v_0^2}$ ergiebt für $n = 0$: $v = v_0$; d. h. die Stromgeschwindigkeit ist dann gerade so grofs, dafs den im Instrumente vorhandenen Reibungshindernissen eben nur das Gleichgewicht gehalten wird, ohne dafs noch eine Drehung des Flügels eintreten kann. Die Gröfse v_0 repräsentirt demnach das Maafs für jene Reibungshindernisse.

Denkt man sich letztere ganz aufgehoben und setzt demgemäfs in der Gleichung (24) die Gröfse $v_0 = 0$, so ergiebt sich

$$(26) \quad \ldots \quad v = \frac{\mathfrak{W}}{T} \cdot n.$$

Dies ist die Gleichung einer geraden Linie, und zwar speciell die Gleichung der Asymptote der Hyperbel, welche durch Gleichung (24) ausgedrückt wurde.

Der Winkel β, welchen eine in einem beliebigen Punkte, dessen Abscisse n ist, an die Hyperbel gedachte Tangente mit der Axe der n bildet, bestimmt sich nämlich nach bekannten Principien der Differenzialrechnung, wie folgt:

Es ist $\text{tang. } \beta = \frac{dv}{dn}$, oder mit Rücksicht auf Gleichung (24):

$$\text{tang. } \beta = \frac{\frac{\mathfrak{W}^2}{T^2}}{\sqrt{\frac{\mathfrak{W}^2}{T^2} + \frac{v_0^2}{n^2}}}.$$

Setzt man hierin, dem Begriffe der Asymptote entsprechend, die Abscisse $n = \infty$, so ergiebt sich

$$\text{tang. } \beta = \frac{\frac{\mathfrak{W}^2}{T^2}}{\sqrt{\frac{\mathfrak{W}^2}{T^2} + 0}} = \frac{\mathfrak{W}}{T}$$

und es ist nach Figur 7

$$v = n \cdot \text{tang. } \beta = \frac{\mathfrak{W}}{T} \cdot n$$ die Gleichung der Asymptote, wie in Gleichung (26) gefunden war.

Hieraus läfst sich entnehmen, dafs der die Scala der Geschwindigkeiten darstellende Hyperbelast, sobald die im Instrumente vorhandene Reibung vermindert und demnach die Gröfse v_0 kleiner wird, einer geraden Linie näher kommt, und wirklich zur geraden Linie wird, sobald die Reibung ganz aufgehoben, also $v_0 = 0$ gedacht wird.

Die Gleichung (26), nämlich

$$v = \frac{\mathfrak{W}}{T} \cdot n$$

würde demnach zur Berechnung der Stromgeschwindigkeit v aus der während der Zeit T beobachteten Umdrehungsanzahl n nur dann benutzt werden können, wenn in dem Instrumente selbst keine Reibungshindernisse vorhanden wären. In letzterem Falle würde der im Vorhergehenden nur für eine unendlich grofse Stromgeschwindigkeit gefundene Umlaufswerth $\mathfrak{W}$ für alle Stromgeschwindigkeiten gelten, d. h. dann erst würde der Umlaufswerth eine Constante sein.

Die Richtigkeit der vorhergegangenen Schlüsse vorausgesetzt, müfste nun auch der für eine unendlich grofse Stromgeschwindigkeit gefundene Umlaufswerth $\mathfrak{W}$ mit dem rein theoretischen Umlaufswerthe u übereinstimmen, welchen man erhält, wenn man den Umfang des von den Schwerpunkten, oder richtiger den Mittelpunkten des Druckes der Flügelblätter bei der Drehung beschriebenen Kreises mit der Tangente desjenigen Winkels multiplicirt, unter welchem die Flügelblätter gegen die durch die Flügelruthen gedachte Ebene geneigt sind.

Die Untersuchung, welche zur Aufklärung dieses Umstandes an dem in Breslau zu den Beobachtungen verwendeten Instrumente vorgenommen worden ist, hat Folgendes ergeben:

Zunächst findet sich der Werth $\mathfrak{W} = \frac{\delta}{\nu}$, da $\delta = 200'$ und ν nach Gleichung (15) $= 63{,}_{2283}$ ist, $= \frac{200}{63{,}_{2283}} = 3{,}_{1763}'$.

Das Instrument hat 4 Flügel; die diametrale Entfernung D der Schwerpunkte zweier einander gegenüberliegender Flügelblätter beträgt $0{,}_{4889}'$.

Die Neigungswinkel α der Flügelblätter gegen die Ebene, in welcher die Flügelruthen liegen, wurden an allen 4 Flügeln verschieden gefunden, und zwar betrug in nachstehender Reihenfolge,

beim Flügelblatte I $\alpha = 43^\circ 50'$,
desgl. II $\alpha = 54^\circ 45'$,

Digitized by Google

beim Flügelblatte III $\alpha = 56^\circ\,30'$,
desgl. IV $\alpha = 46^\circ\,0'$.

Es ist nun allgemein der theoretische Umlaufswerth $u = D \cdot \pi \cdot \operatorname{tg}\alpha$, und es fragt sich, welcher der an dem Instrumente vorkommenden verschiedenen Neigungswinkel α in dem vorliegenden speciellen Falle für jenen Werth maafsgebend sein wird.

Aus der letzten Gleichung findet sich

$$\operatorname{tang}\alpha = \frac{u}{D \cdot \pi}$$

und wenn man für u den Werth $\mathfrak{W} = 3{,}_{1163}$, welcher mit dem theoretischen Umlaufswerthe u übereinstimmen soll, $D = 0{,}_{8889}'$ und $\pi = 3{,}_{1142}$ einsetzt, ergiebt sich

$$\operatorname{tang}\alpha = \frac{3{,}_{1163}}{0{,}_{8889} \cdot 3{,}_{1142}} = 1{,}_{190519},$$

daher $\alpha = 56^\circ\,24'$.

Dieser Winkel müfste für den rein theoretischen, die Reibung nicht berücksichtigenden Umlaufswerth des in Breslau angewendeten Instruments bestimmend sein und kommt derselbe dem gröfsten der vier verschiedenen Neigungswinkel beinahe gleich.

Bedenkt man nun, dafs mit dem Wachsen des Neigungswinkels α auch der theoretische Umlaufswerth wächst, indem zur Hervorbringung einer einmaligen Umdrehung der Flügelwelle dann das Vorbeifliefsen eines längeren Wasserstreifens erforderlich wird, dafs also bei derselben Stromgeschwindigkeit der hydrometrische Flügel sich langsamer dreht, wenn der Neigungswinkel der Flügelblätter gröfser ist, so gelangt man zu dem Schlusse, dafs das unter dem gröfsten Winkel geneigte Flügelblatt, indem es der von den übrigen angestrebten schnelleren Drehung sich dadurch entgegensetzt, dafs es einen seitlichen Druck auf die Wasserfäden ausübt, wohl hauptsächlich auf die Gröfse des theoretischen Umlaufswerths einwirken mufste.

Sind nämlich die am Instrumente befindlichen Flügelblätter sämmtlich unter gleichem Winkel gegen die durch die Flügelruthen gedachte Ebene geneigt, so werden sie, diesem Neigungswinkel entsprechend, bei der Drehung eine solche Geschwindigkeit annehmen, dafs die Wasserfäden, welche die Drehung bewirken, gerade ungehindert an den Flügelblättern vorbeigehen können.

In diesem Falle findet keines der Flügelblätter Gelegenheit, bei der in der Ebene der Flügelruthen stattfindenden Drehung die Wasserfäden seitlich, d. h. der Drehungsebene parallel, oder in einer zur Stromrichtung senkrechten Ebene zu verschieben, da die Geschwindigkeit der Flügel bei der Drehung dem Vorrücken der Wasserfäden überall genau entspricht.

Sind dagegen die Neigungswinkel der Flügelblätter verschieden, dann würden, wenn das am wenigsten geneigte Flügelblatt für die Geschwindigkeit der Drehung maafsgebend wäre, die übrigen, unter gröfserem Winkel geneigten, der von jenem bewirkten schnelleren Drehung folgend, die auf sie selbst treffenden Wasserfäden in der Ebene der Drehung seitlich verdrängen und von ihrer Bahn ablenken müssen.

Richtet sich die Geschwindigkeit der Drehung aber nach dem gegen die Ebene der Flügelruthen am meisten geneigten Flügelblatte, so werden bei dieser langsamen Drehung die Wasserfäden an den weniger geneigten Flügelblättern einen Widerstand finden, welcher der Stromrichtung beinahe entgegenwirkt.

Die Folge hiervon ist ein Aufstau des Wassers vor den weniger geneigten Flügeln und ein in der Richtung der Axe der Flügelwelle wirkender Druck, welcher nur die Reibungshindernisse des Instruments vermehrt, während die weniger geneigten Flügel bei der durch die stärker geneigten veranlafsten langsameren Drehung die Wasserfäden nicht seitlich zu verdrängen haben und das Wasser ohne besonderen Widerstand durchschneiden.

Letzterer Fall ist der wahrscheinlichere.

Man kann demnach den Werth $\mathfrak{W} = 3{,}_{1163}$ als rein theoretischen Umlaufswerth für das zu den vorliegenden Beobachtungen benutzte Instrument wohl annehmen und hiernach den Schlufs ziehen, dafs die mittelst des theoretischen Umlaufswerthes für verschiedene Werthe der während einer als constant festgesetzten Beobachtungsdauer T abgelesenen Umdrehungszahl n berechneten Stromgeschwindigkeiten eine gerade Linie darstellen, welche die Asymptote derjenigen Hyperbel ist, die, sobald auf die im Instrumente stattfindenden Reibungshindernisse Rücksicht genommen wird, die Scala der Stromgeschwindigkeiten bezeichnet.

Nach Gleichung 26 ergiebt sich für das in Breslau gebrauchte Instrument, wenn die Beobachtungsdauer T ebenso, wie bei der Berechnung der Gleichung 22 geschehen ist, auf 60 Secunden festgesetzt wird,

$$v_1 = \frac{3{,}_{1163}}{60} \cdot n$$

(27) . $v_1 = 0{,}_{05272}\, n$ als Gleichung für die Berechnung der Stromgeschwindigkeit v_1, wenn auf die Reibung keine Rücksicht genommen wird.

Die Gleichungen 22 und 27 geben nun das Mittel, die Unterschiede festzustellen, welche hinsichtlich der Stromgeschwindigkeit sich herausstellen, je nachdem auf die Reibungshindernisse bei der Berechnung Rücksicht genommen wurde, oder nicht.

Am klarsten wird die Uebersicht, wenn man mit Hilfe der auf Grund der Gleichung 22 berechneten Tabelle Nr. IV die Geschwindigkeiten v als rechtwinkelige Ordinaten für die zugehörigen Abscissen n aufträgt, hiernach die als Scala der Stromgeschwindigkeiten auftretende Hyperbel graphisch darstellt und dann mit Hilfe der Gleichung 27 die der Hyperbel zugehörige Asymptote verzeichnet. Für ein gleiches n ergiebt dann die Differenz der zugehörigen Ordinaten $v - v_1$ den jedesmaligen Unterschied. Der letztere wird mit dem Wachsen der Umdrehungszahl n immer kleiner, wie man auch aus folgender Zusammenstellung ersehen kann:

Für $n =$	0;	10;	20;	30;	50;	100.
ergiebt sich $v =$	$0{,}_{377}'$;	$0{,}_{648}'$;	$1{,}_{120}'$;	$1{,}_{636}'$;	$2{,}_{668}'$;	$5{,}_{288}'$.
und $v_1 =$	0 ′;	$0{,}_{527}'$;	$1{,}_{054}'$;	$1{,}_{582}'$;	$2{,}_{636}'$;	$5{,}_{272}'$.
daher $v - v_1 =$	$0{,}_{377}'$;	$0{,}_{121}'$;	$0{,}_{066}'$;	$0{,}_{044}'$;	$0{,}_{027}'$;	$0{,}_{014}'$.

Die in Figur 12 gezeichnete graphische Darstellung giebt hierüber weiteren Aufschlufs.

Geht man nun auf die im Eingange dieses Aufsatzes angeführte Berichtigungsmethode zurück, nach welcher allen mit Einführung eines constanten Umlaufswerths berechneten Stromgeschwindigkeiten noch diejenige v_0 hinzuzusetzen

Digitized by Google

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

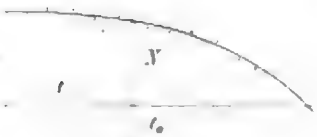


Fig. 5.

Fig. 6.

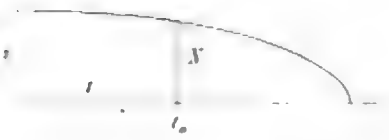


Fig. 7.

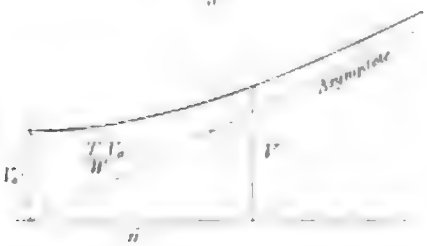


Fig. 8.

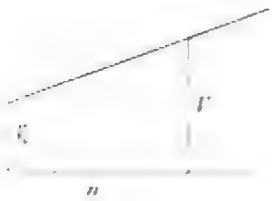


Fig. 9.

Fig. 10.

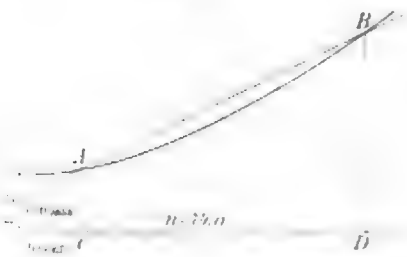
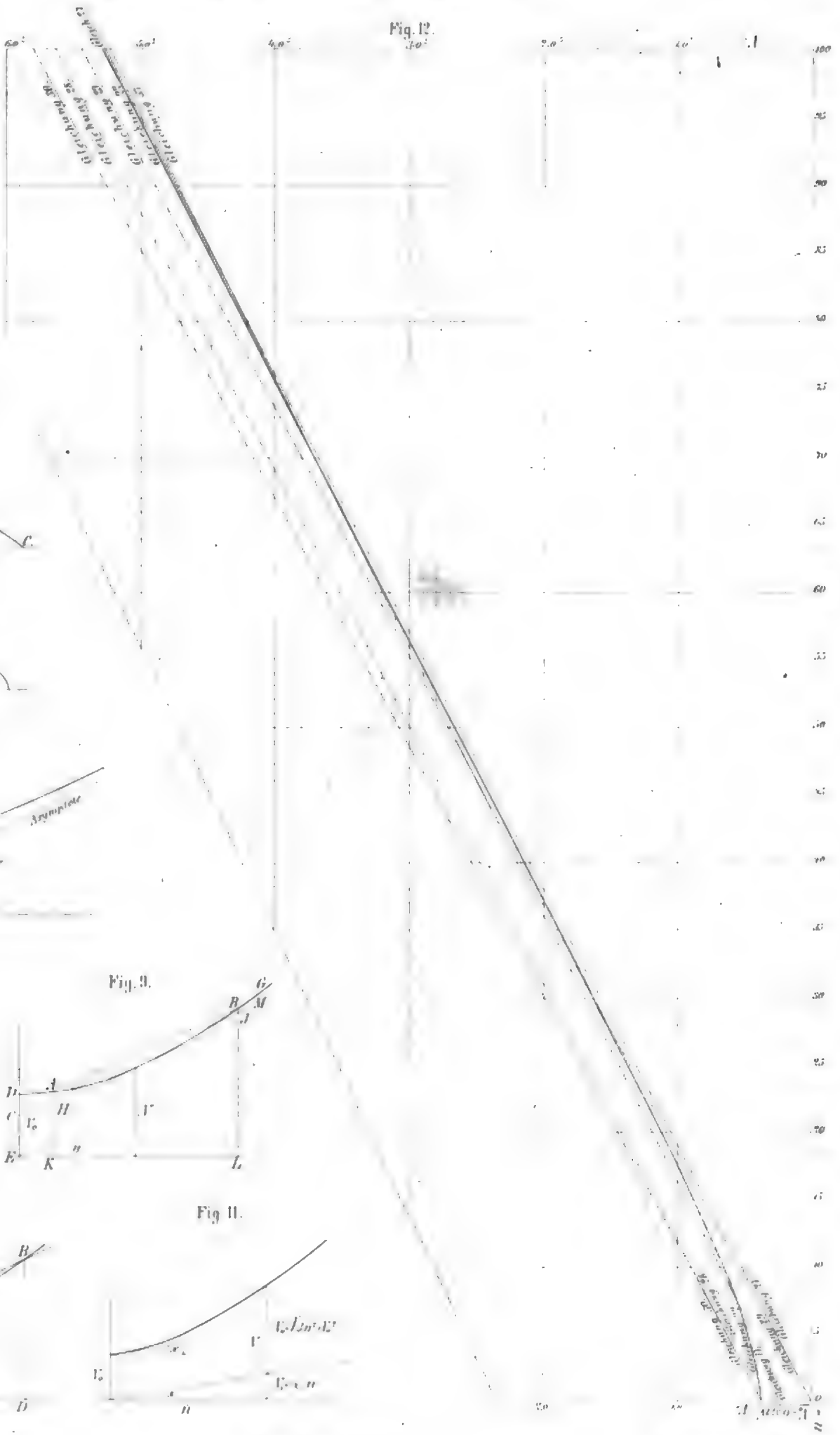


Fig. 11.

Fig. 12.



Verlag v. Ernst & Korn in Berlin.

Digitized by Google

ist, welche gerade nicht mehr im Stande ist, die im Instrumente vorhandenen Reibungshindernisse zu überwinden, so läfst sich jenes Verfahren unter der Voraussetzung, dafs der angewendete Umlaufswerth eben der rein theoretische gewesen, wiederum leicht graphisch darstellen.

Im Allgemeinen entspricht jene Methode der Gleichung $v_s = v_0 + \frac{\mathfrak{W}}{T} \cdot n$ und ergiebt sich, wenn der Werth v_0 der Gleichung 15 entnommen wird, für das in Breslau angewendete Instrument

(28) . . $v_s = 0{,}3774' + 0{,}05272\, n$

als Gleichung einer durch den Scheitel der Hyperbel, welche Gleichung 22 darstellte, zu deren Asymptote parallel gezogenen geraden Linie. Die letztere ist in der graphischen Darstellung der Figur 12 ebenfalls aufgenommen.

Die Gleichung 28 ergiebt die Stromgeschwindigkeiten, mit Ausnahme des Falles, in welchem $n = 0$, sämmtlich gröfser, als sie wirklich sind, und wenn die Hyperbel der Gleichung 22 als richtige Scala jener angenommen wird, so wächst der fehlerhafte Unterschied mit dem Wachsen von n und erreicht für $n = \infty$ grofs mit $0{,}3774'$ sein Maximum. Dafs indessen jener Fehler diesem Maximum schon bei mäfsigen Stromgeschwindigkeiten nahe kommt, wird aus folgender Vergleichung klar:

Für $n =$ 0; 10; 20; 30; 50; 100,

ergiebt Gleichung 28 $v_s = 0{,}377'$; $0{,}904'$; $1{,}431'$; $1{,}959'$; $3{,}013'$; $5{,}649'$,

und Gleichung 22

$v = 0{,}377'$; $0{,}848'$; $1{,}120'$; $1{,}636'$; $2{,}663'$; $5{,}286'$;

daher $v_s - v = 0$ '; $0{,}056'$; $0{,}311'$; $0{,}323'$; $0{,}350'$; $0{,}363'$.

Für die Berechnung von Stromgeschwindigkeits-Messungen wird nun gewöhnlich nicht der rein theoretische, sondern ein durch Versuche in stillstehendem Wasser practisch ermittelter Umlaufswerth angewendet. Letzterer ist immer gröfser, als der rein theoretische, indem bei den Versuchen der hydrometrische Flügel immer nur mit mäfsiger, für die Beobachtungen bequemer Geschwindigkeit durch das Wasser bewegt wird und, wie früher nachgewiesen, der practische Umlaufswerth mit der Abnahme der Geschwindigkeit wächst, weil die im Instrumente herrschende Reibung dann immer mehr Einfluss gewinnt.

So war für die im Jahre 1863 im Breslauer Wasser-Baubezirke angestellten Messungen durch Versuche in stillstehendem Wasser der Umlaufswerth $w = 3{,}2504'$ ermittelt und als Constante den damaligen Berechnungen zu Grunde gelegt worden, während der rein theoretische Umlaufswerth für dasselbe Instrument nach dem Vorhergehenden $\mathfrak{W} = 3{,}169'$ betrug.

Wird nun die nach der in Breslau früher angewendeten Berechnungsmethode gefundene Geschwindigkeit mit v_s bezeichnet, so war

$$v_s = \frac{w}{T} \cdot n \quad \text{oder}$$

(29) . . $v_s = \frac{3{,}2504}{60} \cdot n = 0{,}0542\, n$

die damals benutzte Bestimmungsgleichung.

Die gerade Linie, welche diese Gleichung ausdrückt, ist in der Figur 12 ebenfalls aufgenommen. Sie geht durch den Anfangspunkt des Coordinatensystems, bildet mit der Axe der n einen gröfseren spitzen Winkel, als die Asymptote, und schneidet demnach die durch Gleichung 22 dargestellte Hyperbel. Die Abscisse dieses Schneidepunkts ergiebt sich durch Combination der Gleichungen 22 und 29, indem man $v_s = v$ setzt. Es ergiebt sich dann

$$0{,}0542\, n = \sqrt{0{,}00278\, n^2 + 0{,}1424},$$

woraus $n = 30{,}15$.

Macht demnach der hydrometrische Flügel während der Beobachtungsdauer von 60 Secunden etwa 30 Umdrehungen, so giebt die Gleichung 29 den richtigen Werth für die Stromgeschwindigkeit v. Für alle geringeren Umdrehungszahlen ergiebt sie zu geringe Werthe und ist das Maximum des hierdurch entstehenden Fehlers, für $n = 0$, $= 0{,}3774'$. Für Umdrehungszahlen dagegen, welche gröfser als 30 sind, liefert die Gleichung 29 für v zu grofse Werthe und der Fehler wächst mit dem Wachsen von n bis in die Unendlichkeit.

Nimmt man nun an, bei der in Oppeln vorgeschlagenen Berichtigungsweise sei nicht der rein theoretische, sondern ein durch Versuche ermittelter Umlaufswerth, wie er etwa der Gleichung 29 entspricht, den vorhergegangenen Berechnungen zu Grunde gelegt worden, so hätte man behufs graphischer Darstellung dieses Verfahrens in Figur 12 aus dem Scheitel der Hyperbel nur eine Parallele zu der der Gleichung 29 entsprechenden geraden Linie zu ziehen, deren Gleichung dann sein würde

(30) . . $v_4 = 0{,}3774 + 0{,}0542\, n$.

Es ist aus der Figur ersichtlich, dafs nur für $n = 0$ die Gleichung 30 die Stromgeschwindigkeit v richtig, für alle gröfseren Werthe der Umdrehungszahl n dagegen zu grofs ergiebt und dafs der Fehler der Zunahme von n immerfort wächst.

Die Vollständigkeit der Untersuchung erfordert es endlich, die in Band I von Weisbach's Ingenieur- und Maschinen-Mechanik über den Gebrauch des hydrometrischen Flügels enthaltenen Angaben mit den im Vorstehenden mitgetheilten Resultaten zu vergleichen.

Weisbach stellt die Ansicht auf, dafs beim hydrometrischen Flügel die Umdrehungszahl n in einer gewissen Zeit nicht genau der Geschwindigkeit des Wassers proportional sei, so dafs man die Stromgeschwindigkeit v nicht finden kann aus der Gleichung

$$v = \alpha \cdot n,$$

wobei α eine für jedes einzelne Instrument vorher zu bestimmende Constante, und zwar der als constant vorausgesetzte Umlaufswerth dividirt durch die Beobachtungsdauer T ist.

Es sei vielmehr zu setzen:

I. $v = v_0 + \alpha n$,

oder genauer

II. $v = v_0 + \alpha n + \beta \cdot n^2$,

oder endlich noch genauer

III. $v = \alpha n + \sqrt{\beta n^2 + v_0^2}$,

in welchen Formeln v_0, α und β durch Versuche festzustellende Constanten sind.

Die Herleitungsweisen dieser drei Gleichungen sind nicht näher angegeben.

Digitized by Google

Die Gleichungen I und II entsprechen allgemeinen Ausdrücken, wie man sie für die Bestimmung von unbekannten Werthen als Näherungsformeln versuchsweise anzuwenden pflegt, die Gleichung III dagegen deutet auf eine specielle Ermittelung der Form der Function für die Stromgeschwindigkeit v als abhängig von der Umdrehungszahl n.

Die Gleichung I ist die Gleichung einer geraden Linie und beruht deshalb auf der Voraussetzung eines constanten Umlaufswerths, wogegen die Gleichungen II und III als Ausdrücke von Curven von der Veränderlichkeit des Umlaufswerths nach der Stromgeschwindigkeit ausgehen und in dieser Beziehung mit den Erfahrungen übereinstimmen, auf welche die im vorliegenden Aufsatze mitgetheilte Berechnungsweise basirt ist.

Nähere Aufklärung über die von Weisbach angeführte Gleichung III gab dem Unterzeichneten ein Aufsatz im Jahrgange 28 von Förster's Allgemeiner Bauzeitung (1863), Seite 146, behandelnd die Anwendung des hydrometrischen Flügels bei Ermittelung der Wassermenge in Flüssen.

Es ist dort die obige Gleichung Nr. III in der Form

$$v = A \cdot n + \sqrt{B n^2 + C},$$

freilich ebenfalls ohne Angabe der Herleitungsweise, einer Discussion unterzogen, jedoch dabei gesagt, dafs diese Formel von dem französischen Ingenieur Baumgarten aufgestellt und ihre Herleitung im Jahrgang 1847, Band XIV der Annales des ponts et chaussées enthalten ist. Ein Auszug aus letzterem Aufsatze soll sich im polytechnischen Centralblatte, Jahrgang 1849 befinden.

Beide Werke waren dem Verfasser zur Zeit nicht zugänglich, die Herleitungsweise blieb ihm deshalb unbekannt.

Es liegt nun schliefslich noch die Aufgabe vor, die von Weisbach angeführten drei Formeln mit der durch die vorliegende Untersuchung gefundenen Berechnungsmethode zu vergleichen, und müssen zu diesem Zwecke mit Hilfe der in Tabelle Nr. I enthaltenen Beobachtungswerthe die Constanten v_0, α und β jeder der drei Gleichungen für den in Breslau angewendeten hydrometrischen Flügel ermittelt werden. Man erhält dann drei Bestimmungsgleichungen, deren Resultate mit denen der Hyperbelgleichung verglichen werden können.

Es würde mit Rücksicht auf den vorliegenden Zweck die Berechnung mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate zu sehr erschweren, wenn hierzu die sämmtlichen 17 Beobachtungsresultate der Tabelle Nr. I benutzt werden sollten, und möchte es genügen, aus jenen nur fünf, nämlich die Versuche Nr. 1, Nr. 6, Nr. 10, Nr. 14 und Nr. 17 zur Bestimmung der unbekannten Constanten anzuwenden.

Der allgemeine Ausdruck, aus welchem die auf das Breslauer Instrument speciell bezügliche Gleichung 22 gefolgert ist, war Gleichung 21, nämlich

$$v = \sqrt{\frac{\delta^2}{T^2 \cdot p^2} \cdot n^2 + v_0^2},$$

und wenn der constante Factor $\frac{\delta^2}{T^2 \cdot p^2}$ allgemein mit A bezeichnet wird, so ergiebt sich

(31) . . $v = \sqrt{A \cdot n^2 + v_0^2}$.

Diese Gleichung ist zur directen Behandlung mittelst der Methode der kleinsten Quadrate geeignet, wenn man sie in

(32) . . $v^2 = A \cdot n^2 + v_0^2$ umformt.

Man kann dann die Constanten A und v_0^2 mit Hilfe der Beobachtungsresultate finden, ohne vorher, wie dies früher behufs Herleitung dieser Gleichung geschehen, die derselben zu Grunde gelegte Gleichung Nr. 9 zu bestimmen.

Es ist nämlich

$$v_0^2 = \frac{\Sigma(n^4)\,\Sigma(v^2) - \Sigma(n^2)\cdot\Sigma(n^2 v^2)}{m\cdot\Sigma(n^4) - (\Sigma(n^2))^2}$$

und $A = \frac{m\cdot\Sigma(n^2\cdot v^2) - \Sigma(n^2)\cdot\Sigma(v^2)}{m\cdot\Sigma(n^4) - (\Sigma(n^2))^2}$.

Das Zeichen Σ hat wieder die frühere Bedeutung. m, hier $= 5$, ist die Anzahl der zur Berechnung benutzten Beobachtungen. n ist die Umdrehungszahl während einer bestimmten Zeitdauer, welche hier $= 1$ Secunde genommen werden soll und die sich aus der bei jedem der in der Tabelle Nr. I aufgeführten Versuche während des Durchlaufens der Distanz von 200′ beobachteten Umdrehungszahl N und der dabei verflossenen Zeit von t Secunden durch die Gleichung

$$n = \frac{N}{t}$$ berechnen läfst.

v ist die beobachtete Geschwindigkeit.

Es war nun:

beim Versuche	Nr. 1;	Nr. 6;	Nr. 10;	Nr. 14;	Nr. 17;
	$v = 4{,}444'$;	$2{,}500'$;	$0{,}870'$;	$0{,}513'$;	$0{,}455'$;
	$n = 1{,}400$;	$0{,}775$;	$0{,}245$;	$0{,}111026$;	$0{,}09182$;

und berechnet sich hiernach

$\Sigma(v^2) = 27{,}226234$; $\Sigma(n^4) = 4{,}2966253195$;

$\Sigma(n^2) = 2{,}640938078$; $\Sigma(n^2)^2 = 6{,}974776$;

$\Sigma(n^2\cdot v^2) = 42{,}513357747$.

Durch Einsetzen dieser Werthe in die letzten beiden Formeln ergeben sich dann die Constanten

$v_0^2 = 0{,}1597329$ und $A = 10{,}006721$ und die Gleichung 31 läfst sich nun in bestimmter Form für das in Breslau benutzte Instrument ausdrücken durch

(33) . . $v = \sqrt{10{,}006721\, n^2 + 0{,}1597329}$.

Diese Gleichung ergiebt für obige fünf Versuche durch entsprechendes Einsetzen der Werthe von n

für den Versuch	Nr. 1;	Nr. 6;	Nr. 10;	Nr. 14;	Nr. 17;
	$v = 4{,}4467'$;	$2{,}4850'$;	$0{,}8804'$;	$0{,}5505'$;	$0{,}4761'$;

was mit den Beobachtungen hinreichend genau übereinstimmt.

Bezeichnet nun n nicht, wie dies in Gleichung 33 der Fall, die Umdrehungsanzahl während der Beobachtungsdauer von einer Secunde, sondern gilt, wie in Gleichung 22 für die Dauer von 60 Secunden, so würde für den letzteren Fall der Coëfficient von n^2 in Gleichung 32 durch $60^2 = 3600$ zu dividiren sein und man erhielte

(34) . . $v = \sqrt{0{,}0027796\, n^2 + 0{,}15973}$.

Die Vergleichung dieses Ausdruckes mit der Gleichung 22 zeigt, dafs die zwischen beiden herrschende, durch Verwendung nicht ganz gleicher Beobachtungsresultate hervorgerufene Abweichung so gering ist, dafs für die weitere Vergleichung mit den von Weisbach angegebenen Formeln die Gleichung 22 direct benutzt werden kann. Die Stromgeschwindigkeit v_0, welche eben nicht mehr im Stande ist, den hydrometrischen Flügel in Drehung zu versetzen, würde sich z. B. nach Gleichung 34 auf $0{,}3996'$ berechnen, während Gleichung 22 dafür $0{,}3774'$ ergiebt. Für gröfsere Strom-

Digitized by Google

geschwindigkeiten werden die Abweichungen beider Gleichungen verhältnifsmäfsig immer geringer.

Die von Weisbach aufgeführte Gleichung I

(35) . . . $v = v_0 + \alpha \cdot n$

stellt eine gerade Linie dar, welche nach Figur 8 im Abstande v_0 vom Anfangspunkte der Coordinaten ausgeht, und deren Neigung gegen die Axe der n von dem Werthe der Constante α abhängt. Die Gleichung kommt in ihrer Form mit derjenigen überein, durch welche die in Oppeln vorgeschlagene Berechnungsweise sich ausdrücken läfst, und entspricht sonach formell den Gleichungen 28 und 30.

Das erste Glied v_0 der Gleichung 35 bezeichnet jedoch keineswegs genau diejenige Stromgeschwindigkeit, welche eben nicht mehr im Stande ist, den hydrometrischen Flügel in Drehung zu versetzen, sondern immer eine geringere Geschwindigkeit.

Es ergiebt sich dies leicht durch die Betrachtung der Figur 9.

Es sei die nach der Gleichung 22 gebildete Curve DAB die richtige Scala der Stromgeschwindigkeiten v, welche der beobachteten Umdrehungszahl n entsprechen, und es bezeichne demnach für $n = 0$ die Ordinate DE die Gröfse derjenigen Stromgeschwindigkeit v_0, welche wirklich gerade nicht mehr im Stande ist, den Flügel in Drehung zu versetzen.

Man habe nun bei einer Anzahl von Versuchen den Flügel mit Geschwindigkeiten, welche dem Theile der Curve von A bis B entsprechen, durch stehendes Wasser gezogen und dabei Umdrehungszahlen n erhalten, welche von $n = EK$ bis $n = EL$ variiren.

Die Gleichung der Curve AB sei unbekannt und man wolle dieselbe näherungsweise durch eine gerade Linie ersetzen. Man könnte dieserhalb zunächst die Sehne AB als Scala der Geschwindigkeiten betrachten und da diese die Geschwindigkeiten alle zu grofs, die zu jener Sehne parallel an die Curve gezogene Tangente HJ dieselben aber zu klein ergiebt, zwischen der Sehne und Tangente eine mittlere Linie CM bestimmen, welche von der Curve AB am wenigsten abweicht, so zwar, dafs durch die Gleichung dieser Linie CM die Stromgeschwindigkeit v theils zu grofs, theils zu klein ergeben, die absolute Gröfse des Fehlers aber möglichst gering wird. Diese Linie CM schneidet die Axe der v in C und es stellt dann die Linie CE die Gröfse v_0 der Gleichung 35 dar.

Diese Gröfse ist, da nach der Natur der der Gleichung 22 entsprechenden Curve der Schneidepunkt C in jedem Falle zwischen D und E liegen mufs, daher immer geringer, als die wirkliche durch DE dargestellte Stromgeschwindigkeit, welche eben nicht mehr im Stande ist, den hydrometrischen Flügel in Drehung zu versetzen.

Die Bestimmung der die Curve der Geschwindigkeiten ersetzenden geraden Linie CM geschieht mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate auf Grund der aus der Tabelle Nr. I ausgewählten 5 Beobachtungsresultate in folgender Weise:

Für die Form der Gleichung 35, $v = v_0 + \alpha n$, ergeben sich die Constanten

$$v_0 = \frac{\Sigma(n^2) \cdot \Sigma(v) - \Sigma(n) \cdot \Sigma(n \cdot v)}{m\,\Sigma(n^2) - (\Sigma(n))^2}$$

und $$\alpha = \frac{m\,\Sigma(n \cdot v) - \Sigma(n) \cdot \Sigma(v)}{m\,\Sigma(n^2) - (\Sigma(n))^2}$$

Die correspondirenden Werthe von n und v sind den der Gleichung 33 zu Grunde gelegten Berechnungen zu entnehmen und erhält man hiernach

$\Sigma(v) = 8{,}_{782}$; $\Sigma(n \cdot v) = 8{,}_{466851}$;
$\Sigma(n) = 2{,}_{61008}$; $\Sigma(n^2) = 2{,}_{64038078}$;
$m = 5$.

Die obigen beiden Formeln ergeben dann

$$v_0 = 0{,}_{1644}' \quad \text{und} \quad \alpha = 3{,}_{0438}.$$

Die Gleichung 35 läfst sich deshalb für das in Breslau verwendete Instrument darstellen durch

(36) . . $v = 0{,}_{1644} + 3{,}_{0438}\, n$,

wobei n die Umdrehungszahl in einer Secunde.

Die Gröfse $v_0 = 0{,}_{1644}'$ ist demnach bedeutend geringer, als der für v_0 nach Gleichung 22 gefundene genauere Werth $0{,}_{3774}'$.

Für die zur Ermittelung der Constanten benutzten 5 Versuche ergiebt die Gleichung 36 durch Einsetzen der entsprechenden Werthe von n

für den Versuch Nr.	1;	6;	10;	14;	17;
$v =$	$4{,}_{425}$;	$2{,}_{522}$;	$0{,}_{919}$;	$0{,}_{500}$;	$0{,}_{413}$;

während die Beobachtung ergab

$v =$	$4{,}_{444}$;	$2{,}_{500}$;	$0{,}_{870}$;	$0{,}_{513}$;	$0{,}_{455}$;
Differenz	$-0{,}_{019}$;	$+0{,}_{022}$;	$+0{,}_{049}$;	$-0{,}_{013}$;	$-0{,}_{042}$.

Es wird hieraus ersichtlich, dafs bei Stromgeschwindigkeiten von $0{,}_4$ bis 4 Fufs die Gleichung 36, falls nicht sehr grofse Genauigkeit gefordert wird, für die Berechnung ganz wohl anwendbar ist.

Behufs der Umformung der Gleichung 35 für eine Beobachtungsdauer von 60 Secunden ist der Coëfficient von n durch 60 zu dividiren und man erhält

(37) . . $v = 0{,}_{1644} + 0{,}_{05073}\, n$.

Die durch diese Gleichung dargestellte Linie kann mit der durch Gleichung 22 ausgedrückten Hyperbel durch graphische, auf ein und dasselbe Coordinatensystem bezogene Darstellung verglichen werden, und ist zu diesem Zwecke die Linie der Gleichung 37 in die Figur 12 gleichfalls aufgenommen.

Die Linie der Gleichung 37 schneidet die Hyperbel der Gleichung 22 in 2 Punkten A und B, Figur 10, deren Abscissen n durch entsprechende Vereinigung beider Gleichungen sich $= 7{,}_{63}$ und $74{,}_{17}$ ergeben.

Für diese beiden Werthe von n ergiebt demnach die Gleichung 37 eben so genaue Werthe für v, als Gleichung 22; für Werthe n von $n = 0$ bis $n = 7{,}_{63}'$ ergiebt sie zu kleine, von $n = 7{,}_{63}$ bis $n = 74{,}_{17}$ zu grofse und von hier ab weiterhin überall zu kleine Werthe für die Stromgeschwindigkeit v.

Zwischen den Punkten A und B erreicht die fehlerhafte Differenz

$$\lambda = 0{,}_{1644} + 0{,}_{05073}\, n - \sqrt{0{,}_{00278}\, n^2 + 0{,}_{1424}}$$

ein Maximum, dessen Abscisse durch Bildung von $\frac{d\lambda}{dn} = 0$ sich $n = 25{,}_{20}$ ergiebt.

Diese Umdrehungszahl entspricht nach der Tabelle Nr. IV einer Stromgeschwindigkeit von etwa $1{,}_{27}'$ und beträgt hierfür die fehlerhafte Differenz max $\lambda = 0{,}_{062}'$, also kaum $^1/_{20}$ des Ganzen.

Die von Weisbach aufgeführte zweite Formel

Digitized by Google

(38) . . $v = v_0 + \alpha \cdot n + \beta \cdot n^2$

ist die Gleichung einer Curve und stützt sich deshalb ebenso wie Gleichung 22 auf die Voraussetzung eines veränderlichen Umlaufswerths.

Die Constanten v_0, α und β finden sich nach der Methode der kleinsten Quadrate für die obige Form der Function, wie folgt:

Es ist:

$$v_0 = \frac{1}{N}\left[\begin{array}{l}[\Sigma(n^2)\cdot\Sigma(n^4) - (\Sigma(n^3))^2]\,\Sigma(v) + \\ + [\Sigma(n^2)\,\Sigma(n^3) - \Sigma(n)\cdot\Sigma(n^4)]\,\Sigma(nv) + \\ + [\Sigma(n)\cdot\Sigma(n^3) - (\Sigma(n^2))^2]\,\Sigma(n^2\cdot v)\end{array}\right]$$

$$\alpha = \frac{1}{N}\left[\begin{array}{l}[m\cdot\Sigma(n^4) - (\Sigma(n^2))^2]\,\Sigma(n\cdot v) + \\ + [\Sigma(n^2)\cdot\Sigma(n^3) - \Sigma(n)\cdot\Sigma(n^4)]\,\Sigma(v) + \\ + [\Sigma(n)\cdot\Sigma(n^2) - m\,\Sigma(n^3)]\,\Sigma(n^2\cdot v)\end{array}\right]$$

$$\beta = \frac{1}{N}\left[\begin{array}{l}[m\cdot\Sigma(n^3) - (\Sigma(n))^2]\,\Sigma(n^2\cdot v) + \\ + [\Sigma(n)\cdot\Sigma(n^3) - (\Sigma(n^2))^2]\,\Sigma(v) + \\ + [\Sigma(n)\cdot\Sigma(n^2) - m\,\Sigma(n^3)]\,\Sigma(n\cdot v)\end{array}\right]$$

wobei der Nenner:

$$N = m\,\Sigma(n^2)\cdot\Sigma(n^4) - m\,(\Sigma(n^3))^2 - \Sigma(n^2)\cdot(\Sigma(n^2))^2 - \\ - \Sigma(n^4)\,(\Sigma(n))^2 + 2\Sigma(n)\cdot\Sigma(n^2)\cdot\Sigma(n^3).$$

Entnimmt man nun die entsprechenden Werthe von n und v den Voraussetzungen der Gleichung 33, so ergiebt sich

$\Sigma(n) = 2_{,61508}$;	$\Sigma(v) = 8_{,7821}$,
$\Sigma(n^2) = 2_{,64093}$;	$\Sigma(n\cdot v) = 8_{,46865}$,
$\Sigma(n^3) = 3_{,2260350}$;	$\Sigma(n^2\cdot v) = 10_{,2745960}$,
$\Sigma(n^4) = 4_{,2063350}$;	$N = 0_{,87140}$,

und man erhält mit Hilfe der vorstehenden Formeln

$$v_0 = 0_{,19647}; \quad \alpha = 2_{,841852}; \quad \beta = 0_{,13997},$$

und hiernach die Gleichung

(39) . $v = 0_{,19647} + 2_{,841852}\,n + 0_{,13997}\,n^2$,

wobei n die Umdrehungszahl in einer Secunde.

Die Anwendung dieser Gleichung auf die der Betrachtung unterzogenen 5 Versuche ergiebt

für den Versuch	Nr. 1;	Nr. 6;	Nr. 10;	Nr. 14;	Nr. 17;
die Geschwindigkeit $v =$	$4_{,449}$;	$2_{,452}$;	$0_{,2098}$;	$0_{,5115}$;	$0_{,4299}$;
während die Beobachtung ergab $v =$	$4_{,444}$;	$2_{,300}$;	$0_{,270}$;	$0_{,513}$;	$0_{,455}$;
Differenz daher	$+0_{,005}$;	$-0_{,017}$;	$+0_{,0398}$;	$-0_{,0015}$;	$-0_{,0251}$.

Diese Differenzen sind schon geringer, als diejenigen, welche sich bei Anwendung der Gleichung 35 zwischen der beobachteten und der berechneten Geschwindigkeit ergaben.

Die Umformung der Gleichung 39 für eine Beobachtungsdauer von 60 Secunden ergiebt

(40) . $v = 0_{,19647} + 0_{,1047364}\,n + 0_{,0000388}\,n^2$.

Die durch diese Gleichung dargestellte Curve könnte mit der Hyperbel der Gleichung 22 mittelst graphischer Darstellung verglichen werden.

Die Abweichungen beider Curven für Werthe von n, welche in der Praxis vorkommen können, sind indessen so gering, dafs sie nur bei Anwendung eines sehr grofsen Maafsstabes in der Zeichnung hervortreten würden, und ist deshalb in der Figur 12 die graphische Darstellung der Gleichung 40 nicht mit aufgenommen.

Die Berechnung ergiebt indessen

für $n =$	0;	6;	7;	20;	40;	100;	200;
nach Gleichung 22; $v =$	$0_{,19774}$;	$0_{,1492}$;	$0_{,1528}$;	$1_{,1120}$;	$2_{,1148}$;	$5_{,1286}$;	$10_{,2552}$;
nach Gleichung 40; $v =$	$0_{,19964}$;	$0_{,1492}$;	$0_{,1530}$;	$1_{,1159}$;	$2_{,1153}$;	$5_{,1321}$;	$11_{,2224}$;
daher Differenz $=$	$+0_{,1810}$;	$+0_{,1010}$;	$-0_{,1002}$;	$-0_{,1038}$;	$-0_{,1011}$;	$-0_{,1035}$;	$-0_{,1672}$.

Hieraus läfst sich ersehen, dafs die Curve der Gleichung 40 die Hyperbel der Gleichung 22 etwa für $n = 6_{,8}$ schneidet. Für alle gröfseren Werthe von n ergiebt sich v nach Gleichung 40 gröfser, als nach Gleichung 22.

Es bleibt nun noch die Untersuchung der von Weisbach angeführten dritten Formel, nämlich

(41) . $v = \alpha \cdot n + \sqrt{\beta \cdot n^2 + v_0^2}$, übrig.

Diese Formel hat mit der im Laufe der vorliegenden Untersuchung ermittelten Gleichung 21, nämlich

$$v = \sqrt{\frac{d^2}{T^2 \cdot \gamma^2} \cdot n^2 + v_0^2},$$ welche, wie bereits

früher in Nr. 31 geschehen, einfacher geschrieben werden kann

$v = \sqrt{A \cdot n^2 + v_0^2}$, in der Form grofse Aehnlichkeit, indem sie sich von der letzteren nur durch den Zusatz des Gliedes αn unterscheidet.

Die Gleichung 41 stellt eine Curve dar, welche man sich durch Verzeichnung der den Abscissen n entsprechenden Ordinaten v nach Figur 11 in der Weise entstehend denken kann, dafs jede Ordinate v aus zwei Theilen v_1 und v_2 sich zusammensetzt, von denen

$v_1 = \alpha \cdot n$ die Ordinate einer geraden Linie

und $v_2 = \sqrt{\beta \cdot n^2 + v_0^2}$ die Ordinate einer Hyperbel. Letztere entspricht dann vollständig der Gleichung 42.

Man ersieht leicht, dafs für $n = 0$ die an die Curve gezogene Tangente parallel der geraden Linie ist, welche durch das erste Glied der Gleichung 41, nämlich $v_1 = \alpha n$ dargestellt wurde; denn ist x der Winkel, welchen die in einem beliebigen Punkte, dessen Abscisse n ist, an die Curve gezogene Tangente mit der Axe der n bildet, so findet sich aus Gleichung 41 allgemein

$$\operatorname{tg} x = \frac{dv}{dn} = \alpha + \frac{\beta n}{\sqrt{\beta n^2 + v_0^2}},$$

demnach, für $n = 0$, $\operatorname{tg} x = \alpha$.

Bringt man ferner den vorhin für $\operatorname{tg} x$ gefundenen allgemeinen Ausdruck auf die Form

$$\operatorname{tg} x = \alpha + \frac{\beta}{\sqrt{\beta + \frac{v_0^2}{n^2}}}$$ und setzt $n = \infty$,

so wird $\operatorname{tg} x = \alpha + \sqrt{\beta}$, d. h. die in der Unendlichkeit an die Curve gezogene Tangente ist dem Zusatze $\sqrt{\beta}$ entsprechend steiler gegen die Axe der n geneigt.

Digitized by Google

Dagegen ergiebt sich bei der durch Gleichung 31 dargestellten Hyperbel für $n = 0$; $\operatorname{tg} x = 0$, d. h. die Tangente ist hier parallel der Axe der n und für $n = \infty$, also für die Asymptote $\operatorname{tg} x = \sqrt{A}$.

Die Verschiedenheit der beiden durch die Gleichungen 41 und 31 dargestellten Curven von einander wird demnach hauptsächlich davon abhängen, ob die Constante α einen ins Gewicht fallenden Werth hat und ob die Constante β sich von der Constante A wesentlich unterscheidet.

Die Werthe der in Gleichung 41 enthaltenen Constanten α, β und v_0 müssen nun wieder mit Hilfe der in Tabelle Nr. I zusammengestellten Versuche für das in Breslau angewendete Instrument gefunden werden, und da die Form der Gleichung 41 eine directe Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate nicht wohl gestattet, so bleibt nur übrig, aus der in Tabelle Nr. I aufgeführten Versuchsreihe drei einander entsprechende, möglichst richtig beobachtete Werthe von n und v auszuwählen und mit deren Hilfe nach der allgemeinen Form der Gleichung 41 drei Gleichungen zu bilden, aus deren Combinirung sich die drei unbekannten Constanten ergeben.

Werden hierzu die bei den Versuchen Nr. 1, Nr. 10 und Nr. 14 gefundenen Werthe der Geschwindigkeit v und der Umdrehungszahl n pro Secunde benutzt, so ergiebt sich hieraus

$$\alpha = 0{,}011661163,$$
$$\beta = 9{,}993881,$$
$$\text{und } v_0^2 = 0{,}1411133$$

und man erhält

(42) . $v = 0{,}011661163\, n + \sqrt{9{,}993881\, n^2 + 0{,}1411133}$.

Die Gleichung ergiebt für die aus der Tabelle Nr. I ausgewählten 5 Versuche, nämlich für

Versuch Nr. 1; Nr. 6; Nr. 10; Nr. 14; Nr. 17;

wobei $n = 1{,}400$; $0{,}775$; $0{,}248$; $0{,}11026$; $0{,}08182$,

die Geschwindigkeit

$v = 4{,}4440$; $2{,}4800$; $0{,}8700$; $0{,}5130$; $0{,}4566$;

während bei den Versuchen war $v = 4{,}4440$; $2{,}500$; $0{,}870$; $0{,}5130$; $0{,}4550$;

dagegen ergab

Gleichung 22 $v = 4{,}4450$; $2{,}4806$; $0{,}8706$; $0{,}5139$; $0{,}4576$.

Hieraus ist ersichtlich, dafs die Gleichung 42, obwohl ihre Constanten nur auf Grund von 3 Beobachtungsresultaten ermittelt sind, auch mit den übrigen Beobachtungen sehr übereinstimmende Resultate liefert, und ferner, dafs die aus Gleichung Nr. 42 erhaltenen Werthe der Geschwindigkeit v mit den entsprechenden der Gleichung 22 fast genau übereinkommen.

Wird nun die Gleichung 42 wieder in der Weise umgeformt, dafs die Umdrehungszahl n nicht für eine Secunde, sondern, wie dies in Gleichung 22 der Fall war, für eine Beobachtungsdauer von 60 Secunden genommen wird, so erhält man

(43) . $v = 0{,}000195027\, n + \sqrt{0{,}002756\, n^2 + 0{,}1411133}$,

während Gleichung 22 ergab

$$v = \sqrt{0{,}00278\, n^2 + 0{,}1424}.$$

Es ist leicht ersichtlich, dafs beide Gleichungen für entsprechende gleiche Werthe von n auch Werthe von v ergeben, welche für die Praxis als vollständig gleich angenommen werden können.

Das erste Glied auf der rechten Seite der Gleichung 43 hat nämlich wegen seines verschwindend kleinen Coëfficienten auf die Höhe des Werthes v einen nur sehr geringen Einfluss, indem beispielsweise bei einer Stromgeschwindigkeit von etwa $5'$, bei welcher $n = 100$ wird, das erste Glied der Gleichung 43 für v nur einen Werth von $0{,}02'$ liefert.

Ueberdem sind dann die Coëfficienten der unter dem Wurzelzeichen stehenden Gröfsen in Gleichung 43 um ein Geringes kleiner, als die entsprechenden der Gleichung 22.

In der graphischen Darstellung würden die durch beide Gleichungen ausgedrückten Curven nur dann zu unterscheiden sein, wenn für die Zeichnung ein sehr grofser Maafsstab gewählt wird, denn beide Gleichungen liefern für gleiche Werthe von n auch fast genau übereinstimmende entsprechende Werthe der Stromgeschwindigkeit v. So beträgt beispielsweise die Differenz der aus beiden Gleichungen erhaltenen, einander entsprechenden Werthe

für $n = 0$ nur $0{,}0018'$,
- $n = 100$ - $0{,}00118'$,
- $n = 1000$ - $0{,}0110'$,

und man kann sich durch weitere Versuchsrechnungen leicht davon überzeugen, dafs für alle Werthe von $n = 0$ bis $n = \infty$ die Gleichung 22 etwas gröfsere Werthe von v liefert, als die Gleichung 43.

Es läfst sich hiernach der Schluss ziehen, dafs die von Weisbach angeführte Baumgarten'sche Formel (41)

$$v = \alpha n + \sqrt{\beta n^2 + v_0^2}$$

der durch die vorliegende Untersuchung gefundenen, in Nr. 31 allgemein durch $v = \sqrt{A n^2 + v_0^2}$ ausgedrückten Gleichung in der Genauigkeit der für die Geschwindigkeit v gelieferten Resultate vollständig gleichkommt.

Die Gleichung 31 hat jedoch vor der anderen den Vorzug, dafs ihre Form die Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate ohne Schwierigkeit zuläfst, so dafs eine gröfsere Anzahl von Beobachtungsresultaten zur Ermittelung der wahrscheinlichsten Werthe der unbekannten Constanten der Gleichung benutzt werden kann.

Schliefslich sei hierbei noch erwähnt, dafs man eine der Gleichung 41 sehr ähnliche Formel erhält, wenn man mit der aus der Gleichung (5) gefolgerten Gleichung 7,

$$N = \nu - \frac{\nu}{t_0^2}\, t^2,$$

dieselben Operationen vornimmt, welche angewendet wurden, um aus Gleichung 9 die Gleichung 21 abzuleiten.

Setzt man in Gleichung 7 nämlich, wie früher $N = \frac{n \cdot t}{T}$; $t = \frac{\delta}{v}$ und $t_0 = \frac{\delta}{v_0}$, so erhält man nach gehöriger Umformung

(44) . $v = \frac{\delta}{2\,T \cdot \nu} \cdot n + \sqrt{\frac{\delta^2}{4\,T^2 \nu^2}\, n^2 + v_0^2}$,

welche Gleichung sich allgemein ausdrücken läfst durch

(45) . . $v = \alpha n + \sqrt{\alpha^2 n^2 + v_0^2}$.

Mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate hatten sich nun aus 17 Beobachtungen für Gleichung Nr. 5 die Constanten

$$\nu = 62{,}8351 \quad \text{und} \quad A = 0{,}000139293$$

ergeben und folgt hieraus nach dem Früheren

$$t_0 = \sqrt{\frac{\nu}{A}} = 697{,}13.$$

Digitized by Google

Ferner war bei den Versuchen die Distanz $\delta = 200'$ angewendet und es war deshalb $\varepsilon_0 = \frac{\delta}{t_0} = 0{,}287'$.

Wird nun noch die Beobachtungsdauer T auf die Zeit einer Secunde festgesetzt, so ergiebt unter Berücksichtigung der im Vorstehenden ermittelten Werthe die Gleichung 44

(46) . $v = 1{,}59147\, n + \sqrt{2{,}5338\, n + 0{,}022369}$,

oder, wenn T zu 60 Secunden angenommen wird,

(47) . $v = 0{,}026524\, n + \sqrt{0{,}0007034\, n^2 + 0{,}022369}$.

Obwohl die Coëfficienten der Gleichungen 46 und 47 von den entsprechenden der Gleichungen 42 und 43 bedeutend abweichen, so liefern für dieselben Werthe von n die Gleichungen 46 und 47 doch Werthe von v, welche sich von den durch Gleichung 42 oder 43 erhaltenen nur sehr wenig unterscheiden.

Es ergiebt

	für $n =$	0;	10;	30;	50;	80;	100;	1000;
die Gleichung 43	$v =$	$0{,}13756'$;	$0{,}16476'$;	$1{,}16256'$;	$2{,}16625'$;	$4{,}17229'$;	$5{,}17548'$;	$52{,}17160'$;
die Gleichung 47	$v =$	$0{,}13870'$;	$0{,}16560'$;	$1{,}16416'$;	$2{,}16631'$;	$4{,}17232'$;	$5{,}17504'$;	$53{,}16510'$;
Differenz also	$=$	$+0{,}00086'$;	$-0{,}00084'$;	$-0{,}00160'$;	$-0{,}00206'$;	$-0{,}00003'$;	$-0{,}00036'$;	$-0{,}00650'$.

Der Grund der erwähnten Verschiedenheit der Coëfficienten liegt zum Theil darin, dafs zu ihrer Ermittelung nicht ganz dieselben Beobachtungsresultate benutzt sind, hauptsächlich aber ergiebt er sich aus der doch nicht völlig übereinstimmenden allgemeinen Form der Gleichungen 41 und 45.

Dafs für kleine Werthe von n, also für geringe Stromgeschwindigkeiten, die Gleichungen 46 oder 47 nicht ganz genau mit den Beobachtungen übereinstimmende Resultate ergeben, war schon früher bei der speciellen Betrachtung der Gleichungen Nr. 5 und Nr. 8, aus welchen jene gefolgert sind, erwähnt worden und wurde die Gleichung Nr. 5 deshalb auch durch die in ihren Resultaten mit den Beobachtungen besser übereinstimmende Gleichung Nr. 9 ersetzt.

Bezüglich der in Figur 12 enthaltenen graphischen Darstellung, in welche die Gleichungen 22, 27, 28, 29, 30 und 37 aufgenommen sind, dürfte nur noch zu bemerken sein, dafs der gröfseren Deutlichkeit halber die die Stromgeschwindigkeit darstellenden Ordinaten v, welche den als Abscissen gedachten während einer Beobachtungsdauer von 60 Secunden abzulesenden Umdrehungszahlen n entsprechen, im zehnfachen Maafsstabe der Abscissen n gezeichnet sind.

Im Uebrigen wird die Zeichnung aus den bei den einzelnen Gleichungen bereits gegebenen Erläuterungen wohl hinreichend klar werden und in übersichtlicher Zusammenstellung folgende Hauptresultate der vorliegenden Untersuchung leicht erkennen lassen.

1. Sind ausschliefslich nur grofse Stromgeschwindigkeiten unter Anwendung eines hydrometrischen Flügels gewöhnlicher Construction zu messen, dann ist es nicht erforderlich, bei den Berechnungen auf die im Instrumente vorhandenen Reibungswiderstände Rücksicht zu nehmen und den Umlaufswerth durch Bewegung des Instruments in stillstehendem Wasser festzustellen.

In solchen Fällen kann vielmehr, ohne dafs die Genauigkeit der Ermittelungen gefährdet wird, der aus dem diametralen Abstande der Schwerpunkte der Flügelblätter und dem Neigungswinkel der letzteren ermittelte, rein theoretische Umlaufswerth als Constante in die Berechnungen eingeführt werden.

Diese Schlüsse ergeben sich aus dem gegenseitigen Verhalten der den Gleichungen 22 und 27 entsprechenden Linien.

2. Wie aus den Linien der Gleichungen 22 und 29 hervorgeht, wird die Anwendung eines durchschnittlichen, durch Versuche in stillstehendem Wasser ermittelten Umlaufswerths als Constante bei den Berechnungen nur dann zu bedeutenden Irrthümern nicht führen, wenn die zu messenden Stromgeschwindigkeiten in ihrer Gröfse sich nicht wesentlich von derjenigen Geschwindigkeit unterscheiden, mit welcher bei der Ermittelung des Umlaufswerths der hydrometrische Flügel durch stehendes Wasser bewegt worden ist.

3. Die durch die Linien der Gleichungen 28 und 30 verdeutlichten Berechnungsmethoden führen in jedem Falle zu unrichtigen Resultaten.

4. Nach dem Verhalten der der Gleichung 37 entsprechenden Linie wird die Benutzung der durch Gleichung 35 dargestellten allgemeinen Form bei den Berechnungen in den meisten Fällen hinreichend genaue Resultate liefern, unter der Voraussetzung, dafs die Constanten der Gleichung 35 auf Grund einer hinreichenden Anzahl von Versuchen, bei welchen das Instrument mit nicht zu verschiedenartigen, d. h. theils sehr grofsen, theils ganz geringen Geschwindigkeiten durch stillstehendes Wasser bewegt werden darf, sorgfältig ermittelt sind, und unter der Bedingung, dafs die zu messenden Stromgeschwindigkeiten nicht weit aufserhalb der Grenzen der bei den eben erwähnten Versuchen angewendeten Geschwindigkeiten liegen.

5. Die Veränderlichkeit des von der Stromgeschwindigkeit abhängigen Umlaufswerths mufs, wie sich aus der Betrachtung der der Gleichung 22 entsprechenden Curve ergiebt, bei den Berechnungen sorgfältig berücksichtigt werden, sobald gleichzeitig sehr verschiedenartig grofse Stromgeschwindigkeiten mit gleicher Genauigkeit zu messen sind.

Dieser Fall wird, wenn die Wassermenge eines Stromes möglichst genau bestimmt werden soll, wohl immer eintreten, weil dann aufser den bedeutenderen auch die an vielen Stellen der für die Messung benutzten Querprofile herrschenden geringen Stromgeschwindigkeiten mit in Rechnung gezogen werden müssen.

Bei solchen Ermittelungen dürfte es immer zweckmäfsig sein, eine der betrachteten Curvengleichungen der Berechnung der Messungen zu Grunde zu legen.

Ob dann bei den Berechnungen die im Laufe der vorliegenden Untersuchung gefundene allgemeine Gleichung 31 angewendet wird, oder ob hierzu die Gleichungen 38 und 41 benutzt werden, das dürfte mit Rücksicht auf den nachgewiesenen geringen Unterschied der mit Hilfe dieser Gleichungen für dieselben Voraussetzungen ermittelten Resultate in den meisten Fällen der Praxis zu wesentlichen Abweichungen nicht führen, da überdies auch die Zufälligkeiten, welchen die im Strome anzustellenden Messungen selbst unterworfen sind, und die Unsicherheit der Beobachtungen den

Digitized by Google

Werth einer zu weit getriebenen Genauigkeit der Berechnung illusorisch machen.

Fast genau gleiche Resultate liefern die Gleichungen 31 und 41, doch hat die erstere Gleichung sowohl vor der letzteren, als auch vor der Gleichung 38 den Vortheil einer einfacheren, für die Bestimmung der unbekannten Constanten aus einer größeren Anzahl von Beobachtungsresultaten sehr geeigneten Form und dürfte die Gleichung 31 für die Anwendung bei den Berechnungen deshalb ganz besonders zu empfehlen sein.

Schliefslich möge mit Rücksicht auf die der Gleichung 22 entsprechende Curve und im Hinblick auf die im Anfange dieses Aufsatzes in der Tabelle Nr. I aufgeführten Versuchsresultate, aus denen hervorgeht, dafs der dabei angewendete hydrometrische Flügel bei einer Stromgeschwindigkeit von $0{,}_{333}'$ sich gar nicht mehr drehte, noch darauf hingewiesen werden, dafs für die genaue Ermittelung der Wassermenge sehr langsam fliefsender Ströme die Anwendung möglichst empfindlicher Instrumente eine Hauptbedingung ist.

Noch dringender wird diese Forderung, wenn es sich darum handelt, den hydrometrischen Flügel zur Auffindung hydraulischer Gesetze, z. B. zu der oft angestrebten Bestimmung des Gesetzes der Abnahme der Stromgeschwindigkeit vom Wasserspiegel nach dem Boden zu, u. s. w., zu benutzen.

Die möglichste Vereinfachung des am Instrumente nothwendigen Zählapparats, namentlich das Fortlassen des gewöhnlich angebrachten, in den meisten Fällen ganz überflüssigen zweiten Zählrades, wird zur Erfüllung dieser Bedingung wesentlich beitragen.

Breslau, im Januar 1869. F. Exner.

Graphische Ermittelung der Grenzspannungen für den Bogen mit drei Charnieren.

(Mit Zeichnungen auf Blatt S, T und U im Text.)

Die Ermittelung der Spannungen für das genannte System kann auf einfache und zweckmäfsige Weise nach der von Professor Ritter in dem bekannten Werke: „Elementare Theorie der Dach- und Brückenconstructionen" angegebenen Methode geschehen. Dieselbe läfst sich indessen noch vereinfachen, wenn die dort benutzte elementare Berechnungsweise durch Einführung der Schwerpunktsabstände der Gesammtlasten abgekürzt und zur Bestimmung des Horizontalschubes und der Transversalkraft im Scheitel Formeln in Anwendung kommen, welche nachher angegeben werden sollen. Noch kürzer, übersichtlich und leicht revidirbar gestaltet sich das graphische Verfahren, das zugleich die Ermittelung der Grenzspannungen für Belastung durch Wagenzüge ohne besondere Schwierigkeiten ermöglicht.

Es lassen sich auch algebraische Ausdrücke für die Grenzspannungen herstellen und ist dies für besondere Trägerformen verschiedentlich geschehen. Doch ist im Allgemeinen wenig Grund vorhanden, von solchen Formeln Gebrauch zu machen, da einerseits die nach der Ritter'schen Methode oder graphisch ermittelten Resultate die für die Praxis nothwendige Genauigkeit haben, andererseits Formeln nur für bestimmten geometrischen Zusammenhang und besondere Belastungsannahmen giltig sind, während die graphische Bestimmung hiervon ganz unabhängig ist.

Das graphische Verfahren bietet in seinen Einzelnheiten nichts wesentlich Neues, wie denn überhaupt für jeden, dem die Elemente der graphischen Statik bekannt sind, auch die Möglichkeit gegeben ist, auf mehr oder minder zweckmäfsige Weise die Ermittelung der Spannungen durch Zeichnung vorzunehmen. Eine zusammenhängende Veröffentlichung über den Bogen liegt aber bis dahin — soweit bekannt — nicht vor, und da dies auch für die Belastungsgesetze durch Wagenzüge nicht der Fall ist, so erscheint es wohl gerechtfertigt, die Gesetze allgemein zu entwickeln und das graphische Verfahren an einem Beispiele in seiner einfachsten Gestalt zu zeigen.

Hierbei ist die Anordnung von drei Charnieren beibehalten, da dieselbe alle in Frage kommenden Punkte in einfacher Weise löst und für die Ausführung kein Grund vorhanden ist, besondere Bedenken gegen das Scheitelcharnier zu haben. Bei tüchtiger Querschnittsbildung, Construction und Montirung wird ein solcher Träger sich durchaus bewähren. Meine Erfahrungen beim Entwerfen und der Ausführung von Eisenconstructionen haben keine Veranlassung gegeben, das Charnier zu verwerfen, und hiermit stimmen die Ansichten einer grofsen Zahl von Fachgenossen, die ebenso Gelegenheit hatten, die Constructionen nicht allein in der Theorie, sondern auch in der Praxis kennen zu lernen.

Allerdings müssen bei der Anordnung von drei Charnieren allgemeine Anordnung und Detaillirung mit besonderer Aufmerksamkeit behandelt werden. Es empfiehlt sich hierbei, die Geleise durch getrennte Constructionen zu unterstützen, jedenfalls die überhaupt unzweckmäfsige Anordnung von mittleren, also etwa drei Trägern für zwei Geleise zu vermeiden und ebenso die Verbindung von nebeneinander gelegenen Strafsen und Bahnbrücken. Die ungünstigen Erfahrungen, welche an der Unterspreebrücke in Berlin gemacht wurden, sind wesentlich auf diese unzweckmäfsige Verbindung und zu schwache Pfeiler, nicht aber auf die Anordnung von drei Charnieren zurückzuführen.

In neuerer Zeit ist in den Projecten für die Ueberbrückung des Rheines bei Mainz auch eine Bogenbrücke und zwar eine solche mit drei Charnieren eventuell in Aussicht genommen und zugleich die gesonderte Ueberführung eines jeden Geleises.

Die Ueberzeugung, die wohl hie und da gegen solche Anordnungen laut wird, scheint zum gröfseren Theil in dem traditionellen Gefühl zu wurzeln, da sich constructive und finanzielle Nachtheile für wirkliche Projecte wohl sehr schwer werden nachweisen lassen.

1. Allgemeines.

Vor Ermittelung der inneren Spannungen müssen die auf das System wirkenden äufseren Kräfte bekannt sein. Bogen- und Hängebrücken sind aber damit definirt, dafs der Hauptconstructionstheil auf die Unterstützungspunkte einen

Digitized by Google

schräg gerichteten Druck oder Zug ausübt und in Folge davon die Reactionen der Auflager nicht mehr unmittelbar sich bestimmen lassen, wenn die Belastungen bekannt sind.

Wird vorausgesetzt, die Mittelpunkte des Druckes an den Auflagern seien bestimmt gegeben und befinden sich in gleicher Höhe, so erhält man nach der Skizze Fig. 1 auf Blatt 8 die Gleichungen:

$$A_0 + A_1 - G = 0.$$
$$H_0 - H_1 = 0.$$
$$A_0 l - G(l-g) = 0.$$

Hieraus können nur A_0 und A_1 ermittelt werden. Diese Unbestimmtheit läfst sich bekanntlich dadurch aufheben, dafs innerhalb der Construction an beliebiger Stelle alle Theile nach einem Punkte geführt werden. Nach Fig. 2 ergiebt sich dann als nothwendige vierte Gleichung:

$$A_0 \cdot x - G_x(x-g_x) - H_0 \cdot y = 0$$

oder

$$H = \frac{A_0 \cdot x - G_x(x-g_x)}{y} = \frac{M_x}{y}.$$

Die gedachte Concentrirung des Druckes und die Vermittelung der Kräfteübertragung geschieht durch Anordnung cylindrischer Flächen, welche eine charnierartige Verbindung an den Auflagern, wie an einem beliebigen weiteren Punkte, — der natürlich mit dem Scheitel des Bogens zusammenfallen kann — darstellen. Man nennt deshalb diese Träger wohl auch Charnierträger.

Nachdem die äufseren Kräfte bestimmbar sind, gelten bekannte Principien für die weitere Anordnung der Systeme. Im Allgemeinen werden diese in einfachster Form so gestaltet, dafs jeder Schnitt durch den Träger nur drei Theile trifft, deren Spannungen unbekannt sind. Es können dann etwa folgende Typen unterschieden werden:

1) Man schliefst die Versteifungsconstruction der durch Bogen und Fahrbahn gegebenen allgemeinen Form und ordnet das Fachwerk in den Zwickeln an (Fig. 3).

2) Man construirt den Bogen an und für sich genügend steif (Fig. 4).

3) Man benutzt Hilfsträger, welche ganz vom Bogen getrennt sind (Fig. 5).

Der Bogen erhält in allen diesen Fällen sehr häufig die Form der einer bestimmten Belastung entsprechenden Stützlinie.

Hier soll zunächst nur die unter 1) bestimmte Anordnung und erst später sollen andere Formen, sowie die Seitenöffnung der festen Hängebrücke betrachtet werden.

Die Belastungsgesetze für die Anordnung 3) sind im Jahrgang 1871 dieser Zeitschrift analytisch entwickelt.

2. Bogenbrücke mit Fachwerk in den Zwickeln.

A. Stetige Belastung.

a. Der Hauptbogen.

Für die folgenden Betrachtungen ist es gleichgiltig, ob man eine Bogen- oder Hängebrücke untersucht, da die eine dieser Constructionen aus der anderen entwickelt werden kann, wenn man den Sinn der Belastungen umkehrt. Es wird hier der Bogen der Betrachtung zum Grunde gelegt und vorausgesetzt, dafs die Ausfüllung der Zwickel durch vertikale Pfosten und eine Diagonale in jedem der hierdurch gebildeten Felder geschehen sei. Zugleich wird den üblichen Annahmen entsprechend vorerst angenommen, die Belastungen seien in den Knotenpunkten der oberen Gurtung concentrirt. Das linksseitige Auflager wird mit 0, die folgenden Fachpunkte mit 1, 2, 3 ....n bezeichnet. Erwähnt darf hier werden, dafs es bei geringer Constructionshöhe zweckmäfsig sein kann, eine ungerade Fachzahl zu wählen. Dann fällt kein Querträger mit dem Scheitelcharnier zusammen, die Diagonalen erhalten daselbst eine steilere Lage und dem entsprechend geringere Stärken.

Zur Berechnung eines beliebigen Bogenstückes denkt man die Construction in dem betreffenden Fache durchschnitten, den einen — beispielsweise den linken — Theil entfernt (Fig. 6) und durch die von ihm in den drei durchschnittenen Theilen ausgeübten Widerstände ersetzt.

Alle Kräfte werden hierbei als Zugspannungen und mit positiven Zeichen eingeführt. Bei der Berechnung ergiebt dann das Zeichen des Resultates, bei graphischer Darstellung der Sinn der Kraftrichtung, ob thatsächlich Zug- oder Druckspannungen vorhanden sind.

Entfernt man nun auch noch die jenseitige Bogenhälfte, und ersetzt dieselbe durch die von ihr im Scheitel ausgeübte Kraft, so ist das Gleichgewicht des in Fig. 7ª u. 7ᵇ skizzirten Theiles zu betrachten. Hierbei sind die inneren Spannungen T, S, N unbekannt, doch kann jede derselben bestimmt werden, indem man das Gleichgewicht der Kräftepaare auf einen Punkt bezieht, welcher mit dem Durchschnittspunkte der beiden Kräfte zusammenfällt, die man nicht ermitteln will. Zur Bestimmung der Kraft im Bogen (T) würden daher die statischen Momente auf den Punkt 0, den Durchschnittspunkt der Diagonale und oberen Gurtung zu beziehen sein.

Wenn hiernach die Möglichkeit gegeben ist, für beliebige Belastungen die Inanspruchnahme eines Theiles zu finden, so ist dann noch zu untersuchen, für welche Belastungen die Grenzen derselben eintreten. Die Beanspruchung zerfällt im Allgemeinen in zwei Theile: einen, welcher vom Eigengewichte herrührend eine constante Gröfse für jedes Stück darstellt, und einen anderen, welcher der Verkehrslast entsprechend mit deren Anordnung und Stellung variirt. Man hat zunächst nur den letzteren zu untersuchen und kann hierbei die Construction als gewichtlos ansehen.

Bringt man unter dieser Voraussetzung auf einer der Bogenhälften (Fig. 8) eine Belastung, z. B. G' an, so bewirkt dieselbe auf die andere Hälfte einen Druck, dessen Richtung durch den Scheitel und das jenseitige Auflagercharnier gehen mufs, da sonst die gewichtlos gedachte Hälfte nicht im Gleichgewichte bleiben könnte. Die Reaction des Auflagers A_1 aber mufs die Richtung $A'C'$ haben, da anderenfalls das belastete Stück nicht im Gleichgewichte sein könnte. Die Richtungen der von G' oder G hervorgerufenen Reactionen sind daher bekannt und kann ihr Sinn und ihre Gröfse leicht durch Verzeichnung des Parallelogrammes der Kräfte oder aus dem Kräftedreieck (Fig. 9) erhalten werden. Man ist hierdurch nicht allein im Stande, die Wirkung jeder Belastung zu untersuchen, sondern auch im Stande, die Spannungen graphisch zu bestimmen.

Für die Belastungsgesetze des Bogens ergiebt sich dem entsprechend das Nachstehende:

Bringt man (Fig. 10) auf der rechtsseitigen Bogenhälfte eine Belastung G' an, so bewirkt dieselbe auf das in Frage stehende Stück einen in die Richtung AS fallenden Druck, welcher in Bezug auf den Punkt 0 eine Drehung im gleichen

Fig. 1.

Fig. 5a.

Fig. 6.

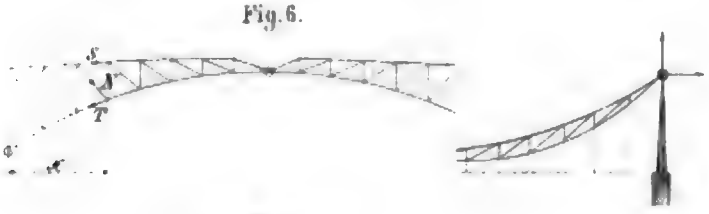


Fig. 5b.

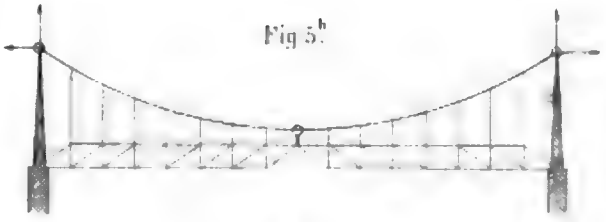


Fig. 8.

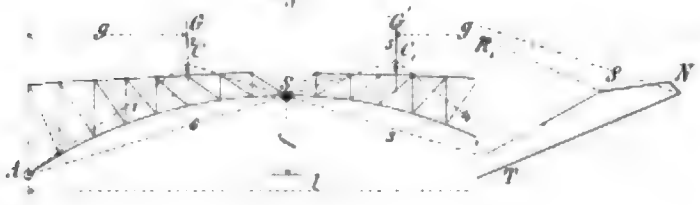


Fig. 16a.

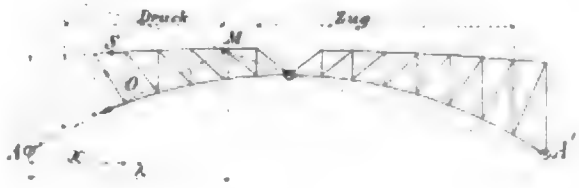


Fig. 10a.

Fig. 16.

Fig. 16b.

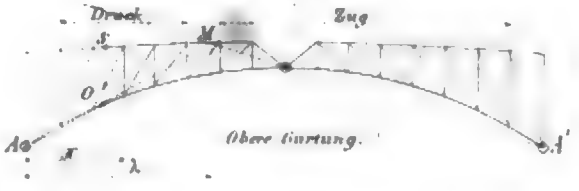


Fig. 10b.

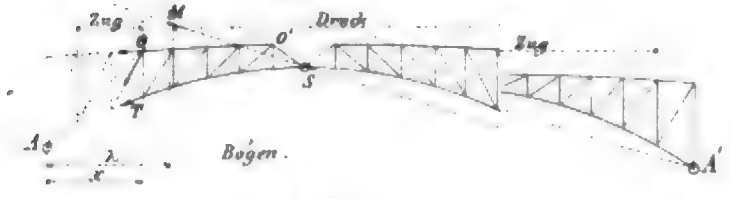


Fig. 20a.

Fig. 17d.

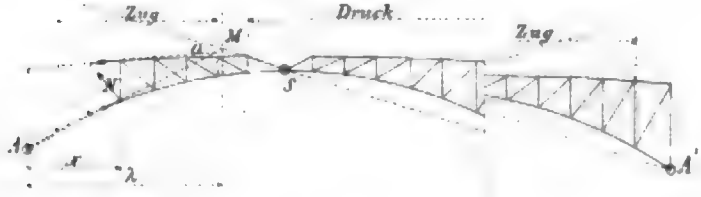


Fig. 20b.

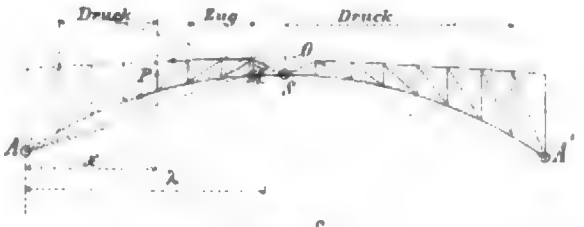


Fig. 18a.

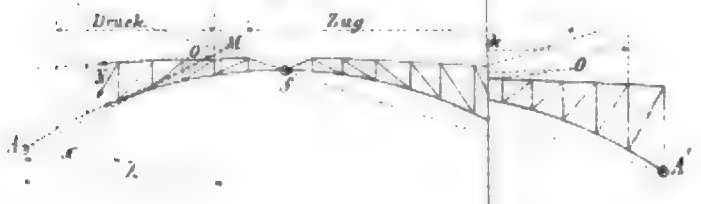


Fig. 20c.

Pfosten.

Digitized by Google

Digitized by Google

Sinne mit T anstrebt. Die Spannung im Bogen erhält daher in Folge dieser Belastung einen negativen Werth. Verbindet man weiter den Punkt O mit A und verlängert die Linie AO bis zum Schnitt M mit der Linie A_1S, so ergiebt die durch den Schnittpunkt M gelegte Vertikale für die linke Bogenhälfte eine Theilungslinie derart, dafs die rechts von ihr aufgelegten Lasten negative (Druck-), die links aufgelegten positive (Zug-) Spannung bewirken.

Denn jede links aufgelegte Last ruft im Scheitel einen in die Richtung $A'S$ fallenden Gegendruck hervor, erstrebt somit, wenn die Belastung sich auf der Abscisse x befindet, und demzufolge durch den Schnitt beseitigt wird, eine Drehung im entgegengesetzten Sinne mit T, so lange O unter der Linie A_1S liegt. Die entsprechende Spannung ist daher positiv. Befindet sich dagegen die links von M liegende Last noch auf der Strecke $(m-x)$, so ergiebt der von G hervorgerufene Scheiteldruck in Verbindung mit der Last G eine Resultirende, welche durch A geht und oberhalb der Linie AO gelegen, ebenfalls eine Drehung im entgegengesetzten Sinne mit T, also positive Spannung hervorruft.

Jede rechts von M bis zum Scheitel aufgelegte Belastung giebt einen nach $A'S$ gerichteten Scheiteldruck und aus beiden eine nach A gerichtete Resultirende, welche unterhalb AO gelegen, im gleichen Sinne mit T wirkt, für letzteres sonach einen negativen Werth verursacht.

Liegt der Punkt O' oberhalb der Linie $A'S$, so überzeugt man sich leicht, dafs alle Belastungen Druckspannungen hervorrufen.

Auf vorgedachte Weise lassen sich alle Punkte bestimmen, deren Belastung positiver oder negativer Spannung entspricht, und ergeben sich folgende Belastungsgesetze für die Grenzwerthe:

1. Der Punkt O liegt unterhalb der Linie $A'S$.

a) Das Maximum der Zugspannung tritt ein bei Belastung aller links der Belastungsscheide M gelegenen Punkte,

b) das Maximum der Druckspannung dagegen für Belastung aller rechts von der Belastungsscheide M gelegenen Punkte und der rechtsseitigen Bogenhälfte.

2. Der Punkt O liegt oberhalb der Linie $A'S$.

Das Maximum der Beanspruchung und zwar auf Druck findet bei voller Belastung statt.

Dies kann auch noch benutzt werden, wenn der Punkt O auf der Linie $A'S$ gelegen ist, da dann die Belastungen der Strecke x keine Spannung hervorrufen.

Addirt man zu den diesen Belastungen entsprechenden Spannungen den dem Eigengewichte entsprechenden Antheil, so erhält man die Grenzspannungen.

Die Auswerthung kann, wie schon erwähnt wurde, durch Berechnung oder graphisch geschehen.

1. Für die Berechnung

ist es zweckmäfsig, den im Scheitel wirksamen Gegendruck (Fig. 7) in eine vertikale und eine horizontale Componente V und H zu zerlegen. Bezeichnet dann noch $\mathfrak{G}$ die auf der Strecke x bis l'_2 befindliche Belastung (wobei ein für allemal eine im Scheitel befindliche Last ausgeschlossen und zur Belastung der rechten Bogenhälfte gerechnet wird), so ergiebt das Gleichgewicht der Paare in Bezug auf den Punkt O die Gleichung:

$$T \cdot t + \mathfrak{G} \cdot \mathfrak{g} + V \cdot v + H \cdot h = 0$$

oder

$$T = -\frac{\mathfrak{G} \cdot \mathfrak{g} + V \cdot v + H \cdot h}{t}.$$

Die Werthe $\mathfrak{G}$, V und H sind für jeden Belastungsfall besonders zu ermitteln und erscheint es angezeigt, die Berechnung für Eigengewicht und Verkehrslast zu trennen. Die Hebelarme werden berechnet oder aus einer in entsprechendem Maafsstabe angefertigten Zeichnung abgegriffen.

Zur Berechnung von V und H bedient man sich der bekannten Formeln:

$$V = \frac{-Gg + G'g'}{l}$$

$$H = \frac{Gg l'_2 + G'g' \cdot l'_2}{l \cdot f} = \frac{G \cdot g + G'g'}{2f},$$

wenn (Fig. 8) G die Gesammtheit der auf der linken Bogenhälfte befindlichen Lasten, g den Abstand ihres Schwerpunktes vom linken Auflager, G' die Gesammtheit der auf der rechten Bogenhälfte befindlichen Lasten, g' deren Schwerpunktsabstand vom rechten Auflager, l die Stützweite und f die Pfeilhöhe bezeichnen.

Für gleichförmige Belastung, also etwa das Eigengewicht, ergeben sich, wenn λ die Fachlänge, n die Anzahl der Fache, speciell:

1) für gerades n

$$V_p = \frac{p\lambda}{2}.$$

$$H_p = \frac{pl^2}{8f}.$$

2) für ungerades n, wobei das Mittelstück des Bogens horizontal ist

$$V_p = 0.$$

$$H_p = \frac{p(l^2 - \lambda^2)}{8f} = \frac{p\lambda^2(n^2-1)}{8f}.$$

Abgesehen von den erwähnten Vereinfachungen ist diese Methode der Berechnung ausführlich in dem Werke von Ritter besprochen und als „Ritter'sche Methode" oder auch „Momentenmethode" bekannt.

2. Graphische Ermittelung.

Es sind hier zunächst aus den gegebenen Belastungen sämmtliche äufsere Kräfte d. h. noch die Auflagerdrucke zu bestimmen. Zu dem Ende trägt man, nachdem für den betreffenden Belastungsfall G und G', sowie deren Schwerpunkte ermittelt sind, die Belastung G in einem geeigneten Maafsstabe auf (Fig. 11) und zieht die Linien 1 und 3 parallel mit AC und $A'C$, um die in diesen Richtungen wirkenden Componenten zu erhalten. Werden dann noch die Linien 4 und 6 parallel zu $A'C'$ und AC' gezogen und zwischen sie 5 als G' eingeschaltet, so können aus dem so erhaltenen Kräftepolygon alle nothwendigen Gröfsen entnommen werden. Insbesondere geben die Schlufslinien zu $3 \cdot 4$ resp. $1 \cdot 6$ die Auflagerreactionen.

Hiermit sind nun die äufseren Kräfte sämmtlich bekannt und dem entsprechend auch die Resultirende derselben auf dasjenige Stück des Trägers, welches man bei Berechnung der inneren Kräfte in Betracht ziehen will. Nach dem früher ausführlich betrachteten Verfahren hatte man die linksseitige Bogenhälfte durch einen Schnitt bei der Abscisse x

Digitized by Google

in zwei Theile getrennt und es ist nun gleichgiltig, ob man das links von x gelegene oder das Stück rechts bis zum Scheitel in Betracht ziehen will, da die Resultirenden der auf jeden dieser Theile wirkenden äufseren Kräfte an Gröfse gleich sind, aber entgegengesetzten Sinn haben. Behält man das rechtsgelegene Stück bei, so ergiebt die Schlufslinie 3·6 den Gegendruck der Jenseite im Scheitel und, wenn man hiermit die auf 2 aufgetragene Belastung ⓖ des Theiles combinirt, die Schlufslinie 3·6·ⓖ die Resultirende der äufseren Kräfte nach Gröfse und Richtung. Ein Punkt dieser Resultirenden, welche mit den Spannungen T, S, N im Gleichgewichte ist, findet sich (Fig. 12) im Durchschnitt der durch den Scheitel parallel zu 3·6 gezogenen Geraden mit ⓖ.

Jede der Spannungen T, S, N kann nunmehr entweder durch Berechnung oder graphisch gefunden werden.

Zur Berechnung fällt man von O aus Normalen auf die Richtungen T und R und erhält dann die Bestimmungsgleichung

$$Tt + Rr = 0 \quad \text{oder}$$
$$T = -\frac{Rr}{t}.$$

Zur graphischen Ermittelung wird im einfachsten Falle die Richtung der zu bestimmenden Spannung T bis zum Schnittpunkt mit R verlängert (Fig. 13) und R daselbst in zwei Componenten zerlegt, von denen die eine mit T zusammen, die andere in die Linie fällt, welche nach dem Schnitte $N.S.$ der beiden Kraftrichtungen führt, welche nicht ermittelt werden sollen.

Ist dies Verfahren unzweckmäfsig, so bringt man (Fig. 14) R mit einer der anderen Kraftrichtungen zum Schnitt, also etwa mit S, und zerlegt dort R nach der Richtung von S und einer Linie, die nach dem Schnitte $T.N$ der anderen Spannungen führt. Die Zerlegung der letzteren Componente nach den Richtungen N und T giebt die gesuchte Spannung.

Sehr häufig ist keine der vorhergehenden Methoden geeignet, die Spannungen mit hinreichender Genauigkeit zu bestimmen, und zwar findet dies statt, wenn die Theile sich unter spitzen Winkeln schneiden. Es läfst sich dann eine Modification des Verfahrens benutzen, welche darin besteht, dafs die äufsere Kraft R zuerst durch zwei Componenten ersetzt wird, deren Richtungen in passender Weise bestimmt sind. Eine dieser Componenten (R_1) mufs durch den Schnitt von zweien (1 und 2) der unbekannten Spannungen gehen, die zweite (R_2) kann beliebig gerichtet sein, mufs aber die dritte Spannungsrichtung (3) schneiden. Man kann nunmehr R_1 im Schnitt mit 3 in zwei Componenten zerlegen, deren eine mit 3 und deren andere V mit der Verbindungslinie zum Schnittpunkt 1 · 2 zusammenfällt. Da Gleichgewicht vorhanden sein soll, so müssen nunmehr im Schnittpunkte 1 · 2 die Kräfte R, 1 · 2 und V sich equilibriren oder 1 u. 2 werden ebenfalls bekannt.

Beispielsweise wäre R im Punkte a (Fig. 15) nach den Richtungen R_1 und R_2, dann R_2 im Punkte b nach T und $c\,b$ zu zerlegen und endlich das Gleichgewicht des Punktes O auszudrücken. Dies liefert den gezeichneten Kräfteplan und damit alle fraglichen Spannungen.

Die Bestimmung der vom Eigengewichte herrührenden Spannungen erfolgt zweckmäfsiger Weise gesondert. Ist der Bogen parabolisch oder allgemein nach der Stützlinie gestaltet, so ergiebt sich ein sehr einfacher Kräfteplan. In solchem Falle sind Diagonalen und obere Gurtung ohne Beanspruchung, der Bogen für sich im Gleichgewichte und in den Knotenpunkten durch die Pfosten mit $p\,\Delta$ belastet. Der Kräfteplan nimmt dann die Gestalt Fig. 16 an und kann derselbe umgekehrt auch zur Construction der Bogenform benutzt werden.

Im Vorhergehenden ist Concentrirung der Belastungen auf die Knotenpunkte und für die Verkehrslast eine gleichwerthige stetige Belastung vorausgesetzt. Dies ist zulässig, wenn nur bei Bestimmung der die Verkehrslast ersetzenden stetigen Belastung π mit der nöthigen Aufmerksamkeit verfahren wird. Aus den am Schlusse mitgetheilten Belastungsgesetzen für Einzellasten läfst sich übersehen, dafs man hinreichende Werthe erhält, wenn der Berechnung von π die Stellung des Wagenzuges zum Grunde gelegt wird, bei welcher die Transversalkraft V_0 am ersten Knotenpunkte am gröfsten wird. Es wäre dann π aus der Gleichung

$$\frac{\pi(l-\Delta)}{2} = V_{max}$$

zu ermitteln.

Für die übrigen Constructionsglieder werden nur die Belastungsgesetze angegeben, da das Verfahren der Auswerthung sowohl durch Rechnung wie Zeichnung sich in nichts von dem Besprochenen unterscheidet. Auch werden bei der Einfachheit des Nachweises nur die Resultate zusammengestellt.

b. Die obere Gurtung.

Momentepunkt ist der Durchschnittspunkt O der unteren Gurtung und Diagonalen (Fig. 16a und b). Verbindet man denselben mit dem Auflager A und verlängert $A\,O$ bis zum Schnitt M mit $A'S$, so ergiebt sich in M die Belastungsscheide. Als Gesetze gelten:

Das Maximum der positiven Spannung tritt ein bei Belastung der rechts von M gelegenen Punkte,

das Maximum der negativen Spannung bei Belastung der links von M gelegenen Punkte.

c. Die Diagonalen.

α) Die Diagonalen fallen nach rechts.

Momentepunkt ist der Durchschnittspunkt O der Verlängerungen der entsprechenden Theile der oberen und unteren Gurtung. Bezüglich der Lage desselben sind 3 Fälle zu unterscheiden.

1) Der Punkt O liegt unterhalb der Linie $A'S$ (Fig. 17ª).

Das Maximum der positiven Spannung tritt ein bei Belastung aller links von M gelegenen Punkte,

das Maximum der negativen Spannung bei Belastung der rechts von M gelegenen Punkte.

2) Der Punkt fällt zwischen die Linien AS und $A'S$ (Fig. 17ᵇ).

Das Maximum der positiven Spannung tritt ein für Belastung der zwischen x und der Belastungsscheide M gelegenen Punkte,

das Maximum der negativen Spannung für Belastung der Punkte 1 bis $(x-\Delta)$ und aller rechts der Belastungsscheide gelegenen.

3) Der Punkt O liegt unterhalb der Linie AS. (Fig. 17ᶜ).

Digitized by Google

Das Maximum der positiven Spannung tritt ein bei Belastung aller rechts von x gelegenen Punkte,

das Maximum der negativen Spannung bei Belastung aller Punkte von 1 bis $(x-\Delta)$.

β) Die Diagonalen steigen nach rechts.

Momentepunkt ist wieder der Durchschnittspunkt 0 der Verlängerungen der entsprechenden Theile der oberen und unteren Gurtung. Für dessen Lage sind 3 Fälle zu unterscheiden.

1) Der Punkt 0 liegt unterhalb der Linie $A'S$ (Fig. 18ᵃ).

Das Maximum der positiven Spannung tritt ein für Belastung aller rechts der Belastungsscheide gelegenen Punkte,

das Maximum der negativen Spannung für Belastung aller links gelegenen.

2) Der Punkt 0 fällt zwischen die Linien AS und $A'S$ (Fig. 18ᵇ).

Das Maximum der positiven Spannung tritt ein für Belastung der Punkte 1 bis $(x-\Delta)$ und aller rechts der Belastungsscheide gelegenen,

das Maximum der negativen Spannung für Belastung der zwischen x und der Belastungsscheide liegenden Punkte.

3) Der Punkt 0 fällt unter AS (Fig. 18ᶜ).

Das Maximum der positiven Spannung tritt ein bei Belastung aller Punkte von 1 bis $(x-\Delta)$,

das Maximum der negativen Spannung für Belastung aller Punkte von x bis $(l-\Delta)$.

d. Die Pfosten.

α) Die Diagonalen fallen nach rechts.

Der Schnitt durch die Construction ist in diesem Falle schief zu führen und gilt als Momentenpunkt der Schnitt 0 der mitgetroffenen Gurtungstheile, für dessen Lage zu unterscheiden ist:

1) Der Punkt 0 liegt unterhalb $A'S$ (Fig. 19ᵃ).

Das Maximum der positiven Spannung tritt ein für Belastung aller Punkte rechts der Belastungsscheide,

das Maximum der negativen Spannung für Belastung aller links gelegenen Punkte.

2. Der Punkt 0 liegt zwischen den Verlängerungen der Linien AS und $A'S$ (Fig. 19ᵇ).

Das Maximum der positiven Spannung tritt ein, wenn von 1 bis $(x-\Delta)$ und alle Punkte rechts der Belastungsscheide belastet sind,

das Maximum der negativen Spannung für Belastung aller Punkte von x bis zur Belastungsscheide.

3) Der Punkt 0 liegt unterhalb der Linie AS (Fig. 19ᶜ).

Das Maximum der positiven Spannung tritt ein bei Belastung der Punkte von 1 bis $(x-\Delta)$,

das Maximum der negativen Spannung für Belastung der Punkte von x bis $(l-\Delta)$.

β) Die Diagonalen steigen nach rechts.

Der Schnitt durch die Construction wird nach rechts steigend geführt und bildet der Schnittpunkt 0 der mitgetroffenen Gurtungstheile den Momentenpunkt. Für seine Lage sind wieder zu unterscheiden:

1) Der Punkt 0 liegt unter der Linie $A'S$ (Fig. 20ᵃ).

Das Maximum der positiven Spannung tritt ein für Belastung aller links der Belastungsscheide liegenden Punkte,

das Maximum der negativen Spannung für Belastung aller rechts gelegenen.

2) Der Punkt 0 liegt zwischen den Verlängerungen der Linien AS und $A'S$ (Fig. 20ᵇ).

Das Maximum der positiven Spannung tritt ein für Belastung aller Punkte von $(x+\Delta)$ bis zur Belastungsscheide,

das Maximum der negativen Spannung für Belastung von 1 bis x und der rechts der Belastungsscheide gelegenen Punkte.

3) Der Punkt 0 liegt unterhalb der Linie AS (Fig. 20ᶜ).

Das Maximum der positiven Spannung tritt ein für Belastung aller Punkte von $(x+\Delta)$ bis $(l-\Delta)$,

das Maximum der negativen Spannung für Belastung der Punkte 1 bis x.

Nochmals erwähnt darf hier werden, dafs bei parabolischer Gestalt des Bogens für jede gleichförmige Belastung der ganzen Weite die Beanspruchung des Fachwerks mit Ausnahme der Pfosten, welche das in der Fahrbahn concentrirte Gewicht dem Bogen zuführen, Null ist. Dem entsprechend ergänzen sich die Grenzspannungen so, dafs

$$N = \pm a$$
$$S = \pm b$$
$$P_{max} + P_{min} = -(p+\pi)\,\Delta$$

und abgesehen von Controle nur ein Werth zu ermitteln ist.

B. Belastung durch Einzellasten.

Im Vorhergehenden ist eine gleichförmige Belastung vorausgesetzt und diese, wie auch sonst üblich und zulässig, in den Knotenpunkten concentrirt gedacht. Es hat indessen keine Schwierigkeiten, die Belastungsgesetze für Einzellasten zu ermitteln, und ist dies im Folgenden für den Fall geschehen, dafs die Diagonalen von links nach rechts fallen. Die Gesetze für die andere Lage sind ganz analog.

a. Der Hauptbogen.

1) Maximalbeanspruchung auf Zug.

Bedeutet m die Abscisse der Belastungsscheide, so ist zu belasten von 0 bis m. Wird der Allgemeinheit halber angenommen, m sei gröfser als x, und bezeichnet G die Gesammtheit der auf $(x-\Delta)$, G' die auf x bis m befindlichen und P die in dem x vorhergehenden Fache Δ wirkenden Lasten, so erhält man (Fig. 21, Bl. T) zur Bestimmung der Spannung im Bogen die Gleichung:

$$T \cdot t - \left(\frac{G \cdot g \cdot 0}{h} + \frac{P(\Delta-\lambda)}{\Delta}\,\frac{(\lambda-\Delta)0}{h} + \frac{P\cdot\lambda}{\Delta}\,\frac{0''}{h} + \frac{G'g''\cdot 0''}{h}\right) = 0.$$

Es ist nun weiter:

$$0 = \frac{h(l-x+\Delta)}{l} - \eta,$$

$$0' = \frac{h(l-g'')}{l}\cdot\frac{(x-\Delta)}{g''} - \eta$$

$$0'' = \frac{h(l-x)}{l}\cdot\frac{(x-\Delta)}{x} - \eta$$

und wenn noch $\frac{h(x-\Delta)}{l} = p$ gesetzt wird:

Digitized by Google

$$Tt = \frac{G \cdot g \cdot 0}{h} + \frac{G' g''}{h}\left(p \cdot \frac{g'}{g''} - \eta\right) + \\ + \frac{P(x-\Delta)0}{h} - \frac{P\lambda}{h}(p+\eta)$$

Hieraus ist zu ersehen, dafs das erste Glied mit G und g wächst, der Werth $\frac{G'g''}{h}\left(\frac{pg'}{g''} - \eta\right) = \frac{G'}{h}(pg' - \eta g'')$ aber zu Null wird für $g_0'' = m = \frac{pl}{p+\eta}$ und mit G' und g' wächst, endlich die Glieder mit P und abnehmendem λ zunehmen. Es sind daher:

die schwersten Lasten in der Nähe von $(x-\Delta)$ zu concentriren.

Um dann noch für einen nach dieser Regel angeordneten Zug das auf die Abscisse $(x-\Delta)$ zu stellende Rad aufzufinden, ist zu erwägen, dafs für eine Veränderung Δg von g die Werthe g', g'' und λ übergehen in $g'-\Delta g$, $g''+\Delta g$ und $(\lambda+\Delta g)$, so dafs die Veränderung von T sich aus der Gleichung

$$\Delta T = \frac{\Delta g}{h \cdot t}\left(G \cdot 0 - (P+G')(p+\eta)\right)$$

ergiebt.

Dieser Werth entspricht einer Zu- oder Abnahme, je nachdem

$$\frac{G}{P+G'} \gtrless \frac{p+\eta}{0'} \text{ oder } \gtrless \frac{x-\Delta}{m-(x-\Delta)}$$

und läfst sich daher leicht schliefsen, dafs dasjenige Rad auf $(x-\Delta)$ zu bringen ist, dessen Verschieben auf die rechte Seite

$$\frac{G}{P+G'} < \frac{p+\eta}{0'} \text{ oder } < \frac{x-\Delta}{m-(x-\Delta)}$$

und dessen Verschieben auf die linke Seite

$$\frac{G}{P+G'} > \frac{p+\eta}{0'} \text{ oder } > \frac{x-\Delta}{m-(x-\Delta)}$$

ergiebt.

Specialisirt findet sich hieraus auch das Gesetz für den Fall, dafs m in das Fach vor x fällt, die Belastungen G' also gar nicht vorhanden sind und nur die Abscisse x zu belasten ist. In das Fach Δ vor x sind dann Räder vorzuschieben, wenn die Ungleichung

$$\frac{G}{P} > \frac{p+\eta}{0} \text{ oder } > \frac{x-\Delta}{m-(x-\Delta)}$$

besteht, und ist dasjenige Rad auf $(x-\Delta)$ zu bringen, dessen Verschieben nach rechts

$$\frac{G}{P} < \frac{p+\eta}{0} \text{ oder } < \frac{x-\Delta}{m-(x-\Delta)}$$

und dessen Verschieben nach links

$$\frac{G}{P} > \frac{p+\eta}{0} \text{ oder } > \frac{x-\Delta}{m-(x-\Delta)}$$

macht.

Anmerkung. In ähnlicher Weise sind im Jahrg. XX dieser Zeitschrift die Belastungsgesetze für den Balken auf zwei Stützpunkten entwickelt. Es kann hier bezüglich der für die Pfosten angegebenen Ungleichungen erwähnt werden, dafs dieselben ausdrücken, ob die gleichzeitig mit dem Pfosten durch schrägen Schnitt getroffenen Gurtungstheile sich innerhalb oder aufserhalb der Spannweite schneiden, was dort nicht erwähnt ist. Auch lassen sich die Gesetze durch Einführung des Abstandes dieses Schnittpunktes einfacher aussprechen und soll diese Ergänzung demnächst mitgetheilt werden. Aufserdem läfst sich noch leicht übersehen, dafs die unter A. angegebenen graphischen Methoden sich auch zur Construction der Stützlinie in Gewölben für beliebige Belastung benutzen lassen, wenn drei Punkte gegeben sind, durch welche dieselbe gehen soll.

2) Maximalbeanspruchung auf Druck.

Bezeichnet wieder m die Abscisse der Belastungsscheide, so ist von m bis zum jenseitigen Auflager zu belasten und ergiebt sich dann nach den Bezeichnungen von Fig. 22

$$T = -\frac{Gg0 + G'g'0'}{ht}$$

$$= -\frac{Gg\left(p - \frac{h\cdot(l-g)}{l}\cdot\frac{(x-\Delta)}{g}\right) + G'g'\cdot 0'}{ht}$$

und wenn wieder $\frac{h(x-\Delta)}{l} = p$ gesetzt wird:

$$T = -\frac{G(\eta g - p(l-g)) + G'g'0'}{h\cdot t}.$$

Beide Werthe im Zähler wachsen mit G, g, resp. G' und g', d. h. es sind die schwersten Lasten in der Nähe des Scheitelcharniers zu concentriren.

Verändert sich dann noch g um Δg, so ist für jede Verschiebung, bei welcher G und G' die Werthe nicht ändern,

$$\Delta T = -\frac{\Delta g}{ht}(G(p+\eta) - G'0').$$

Dies entspricht einer Zu- oder Abnahme des absoluten Werthes der Spannung, je nachdem

$$\frac{G}{G'} \gtrless \frac{0'}{p+\eta} \text{ oder } \gtrless \frac{l_2' - m}{l_2'}$$

und wird hieraus leicht geschlossen, dafs für den gegebenen Zug dasjenige Rad über die Mitte zu bringen ist, dessen Verschieben nach rechts

$$\frac{G}{G'} < \frac{0'}{p+\eta} \text{ oder } < \frac{l_2' - m}{l_2'}$$

und dessen Verschieben nach links

$$\frac{G}{G'} > \frac{0'}{p+\eta} \text{ oder } > \frac{l_2' - m}{l_2'}$$

macht.

b. Die obere Gurtung.

1) Das Maximum der Zugspannung

tritt ein bei Belastung von m bis zum jenseitigen Auflager. Nach Fig. 23 ist dann:

$$S = \frac{G\cdot g0 + G'g'0'}{h\cdot s}$$

und weil noch

$$0 = \eta - \frac{h(l-g)}{l}\cdot\frac{x}{g}$$

oder, wenn nun $\frac{hx}{l} = p$ gesetzt wird,

$$0 = \eta - p\frac{(l-g)}{g}$$

$$S = \frac{G(\eta g - p(l-g)) + G'g'0'}{h\cdot s}$$

Die Werthe im Zähler sind um so gröfser, je gröfser G, g, G' und g' sind. Man hat daher bei Anordnung des Zuges

Digitized by Google

Fig. 33.

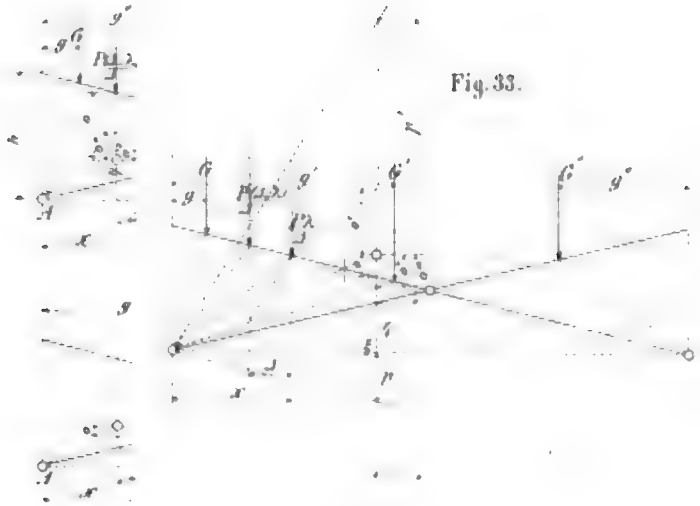


Fig. 34.

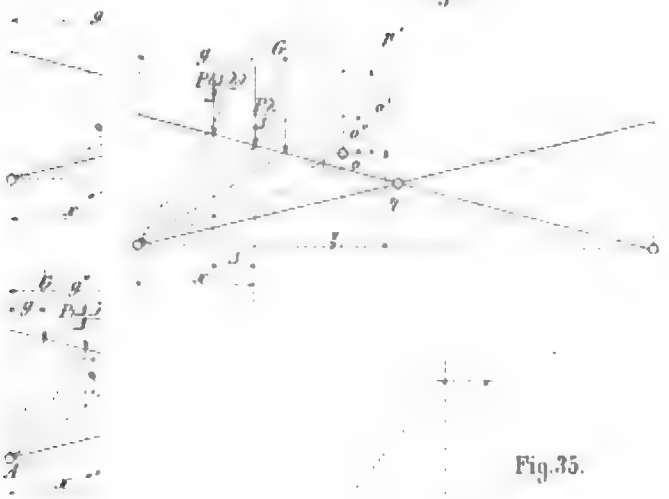


Fig. 35.

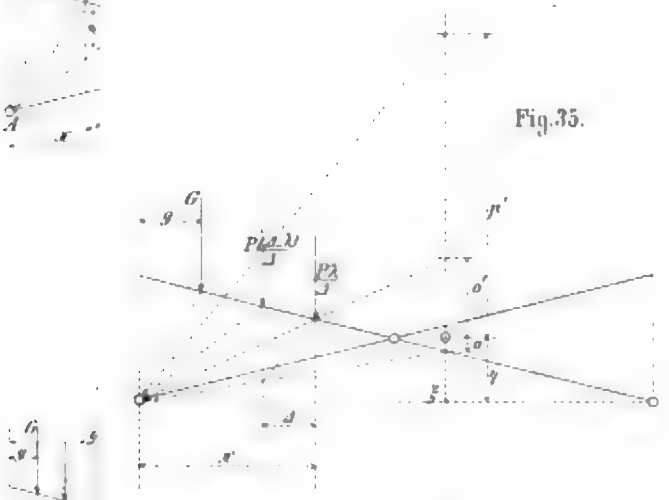
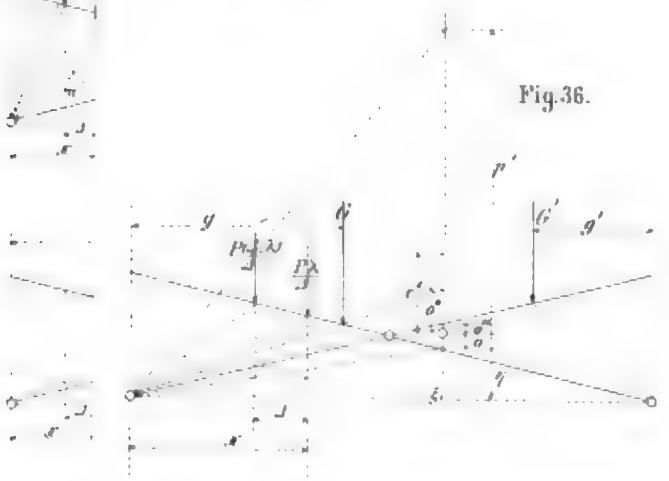
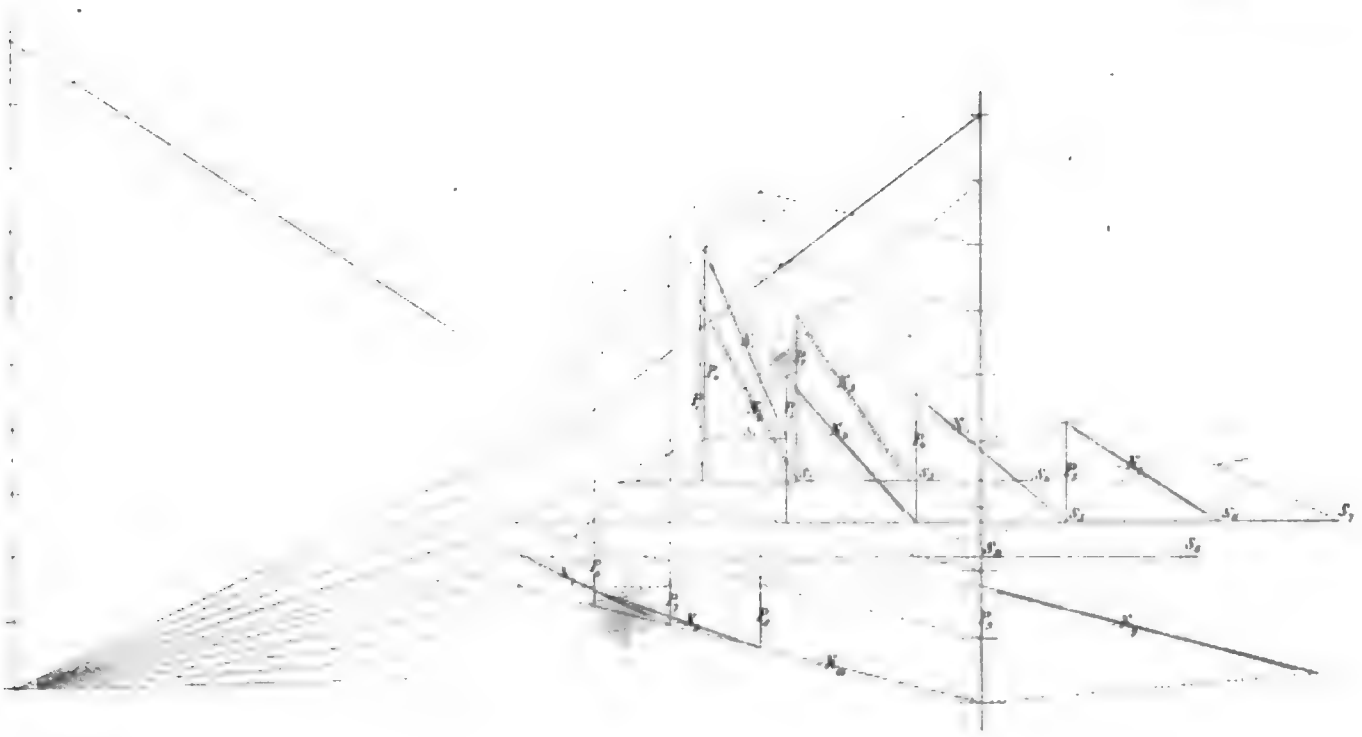


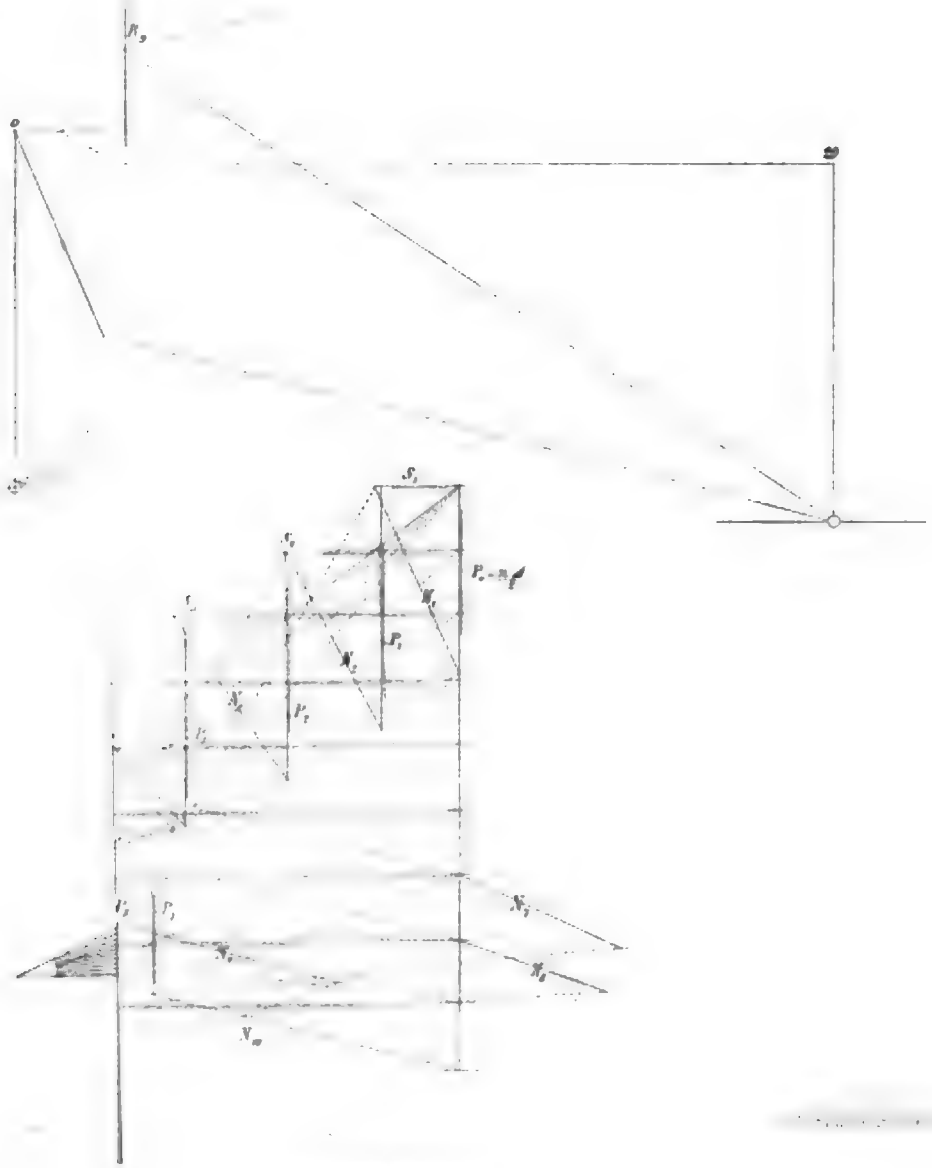
Fig. 36.



Digitized by Google



Kräftemaßstab 1″ = 400″



Digitized by Google

die schwersten Lasten gegen das Scheitelcharnier von beiden Seiten zu kehren.

Weiter ergiebt sich auf gleiche Weise wie beim Bogen, dafs dasjenige Rad über die Mitte zu stellen ist, dessen Verschieben nach links oder rechts die Ungleichungen

$$\frac{G}{G'} \gtrless \frac{o'}{p+\eta} \quad \text{oder} \quad \gtrless \frac{l/_2 - m}{l/_2}$$

hervorbringt.

(Es ist hier und in der Folge zu berücksichtigen, dafs die gleichen Buchstaben für verschiedene zu derselben Abcisse gehörige Constructionstheile nicht die gleichen Abmessungen, sondern nur ähnlich liegende bedeuten.)

2) Das Maximum der Druckspannung

tritt ein, wenn von 0 bis zur Belastungsscheide m sich Lasten befinden. Bezeichnen G die auf $(x-\Delta)$, P die in Δ, G' die von x bis m stehenden Lasten, so ist nach Fig. 24

$$S = -\frac{G g o + \frac{P(\Delta-\lambda)}{\Delta}(x-\Delta)o + \frac{P\lambda}{\Delta}\cdot x o + G' g'' o'}{h \cdot s}$$

und weil noch $o' = \left(\frac{h\cdot g'}{l}\cdot\frac{x}{g''} - \eta\right)$

$$= \left(\frac{p\cdot g'}{g''} - \eta\right)$$

$$S = -\frac{G g o + \frac{P(\Delta-\lambda)}{\Delta}(x-\Delta)o + \frac{P\lambda}{\Delta}x\cdot o + G'(pg' - \eta g'')}{h\cdot s}$$

$$= -\frac{G\cdot g o + P\cdot\lambda o + P(x-\Delta)o + G'(pg' - \eta g'')}{hs}$$

Hieraus ist zu erkennen, dafs der Zähler mit G, g, P, λ, G' und g' wächst und sind daher:

die schwersten Lasten von beiden Seiten gegen die Abcisse x zu kehren.

Ferner ist auf bekannte Weise zu schliefsen, dafs dasjenige Rad eines solchen Zuges auf x zu bringen ist, dessen Verschieben nach links oder rechts die Ungleichungen

$$\frac{G+P}{G'} \gtrless \frac{p+\eta}{o} \quad \text{oder} \quad \gtrless \frac{x}{m-x}$$

entsprechen.

c. Die Diagonalen.

α) Der Momentenpunkt ξ, η liegt unterhalb $\Delta' S$.

1) Maximum der Zugspannung

bei Belastung von 0 bis zur Belastungsscheide m. Nach Fig. 25 erhält man die Bestimmungsgleichung:

$$N = \frac{G\cdot g o + \frac{P(\Delta-\lambda)}{\Delta}o\cdot(x-\Delta) + \frac{P\lambda}{\Delta}x\cdot o' + G' g'' o''}{h\cdot n}$$

$$= \frac{G\cdot g o + \frac{P\lambda}{\Delta}\left(\frac{x(o'-o)}{\Delta} + o\right) + P\cdot o(x-\Delta) + G(pg' - \eta g'')}{h\cdot n}$$

wenn für o'' der Werth und noch $p = \frac{h\cdot\xi}{l}$ gesetzt wird. Bezeichnet man weiter den Werth $o + \frac{x(o'-o)}{\Delta}$, der in Fig. 25 construirt ist, mit p', so wird:

$$N = \frac{G\cdot g o + P\lambda\cdot p' + P o(x-\Delta) + G(pg' - \eta g'')}{h\cdot n}$$

Der Zähler wächst mit G, g, P, λ, G' und g', d. h.

es sind die schwersten Lasten beiderseits gegen die Abcisse x zu concentriren.

In diesem Zuge ist dasjenige Rad über x zu bringen, dessen Verschieben nach links oder rechts die Ungleichungen

$$\frac{G + \frac{P\cdot p'}{o}}{G'} \gtrless \frac{p+\eta}{o}$$

entsprechen.

2) Maximum der Druckspannung

bei Belastung von m bis zum jenseitigen Auflager. Bezeichnen G die Lasten von m bis zum Scheitel, G' diejenigen von da bis zum jenseitigen Auflager, so ist nach Fig. 26

$$N = -\frac{G\cdot g o + G' g' o'}{n\cdot h}$$

und wenn noch $o = \left(\eta - \frac{h(l-g)}{l}\cdot\frac{\xi}{g}\right)$

$$= \left(\eta - \frac{p(l-g)}{g}\right)$$

eingeführt wird:

$$N = -\frac{G(\eta g - p(l-g)) + G' g' o}{n\cdot h}$$

Hieraus ergiebt sich unmittelbar:

Die schwersten Lasten sind von beiden Seiten gegen das Scheitelcharnier zu kehren und ist dasjenige Rad über die Mitte zu stellen, dessen Verschieben nach links oder rechts die Ungleichungen

$$\frac{G}{G'} \gtrless \frac{o'}{p+\eta}$$

entsprechen.

β) Der Punkt ξ, η fällt zwischen ΔS und $\Delta' S$.

1) Maximum der Zugspannung

bei Belastung zwischen x und m. Man hat nach Fig. 27

$$N = \frac{-\frac{P(\Delta-\lambda)}{\Delta}o\cdot(x-\Delta) + \frac{P\lambda}{\Delta}x\cdot o' + G\cdot g o''}{n\,h}$$

und weil $o'' = \frac{h(l-g)}{l}\cdot\frac{\xi}{g} - \eta$

$$= \frac{p\cdot(l-g)}{g} - \eta$$

$$N = \frac{P\lambda\left(\frac{x(o+o')}{\Delta} - o\right) - P(x-\Delta)o + G(p(l-g) - \eta g)}{n\cdot h}$$

Es sind hiernach die schwersten Lasten gegen die Abcisse x zu kehren und in das Fach Δ vor x Lasten vorzuschieben, so lange die Ungleichung

$$\frac{G}{P} > \frac{p'}{p+\eta}$$

besteht. Es bedeutet dabei p' die in der Figur gezeichnete Länge $\left(\frac{x(o+o')}{\Delta} - o\right)$.

2) Maximum der Druckspannung

für Belastung links von x und rechts der Belastungsscheide. Man kann die Spannung N in die diesen Belastungen entsprechenden beiden Theile N_1 und N_2 trennen, da diese Lastvertheilung nicht durch denselben Zug hervorgebracht werden kann. Man erhält dann

$$N_1 = -\frac{G g o - P\lambda\left(\frac{x(o'+o)}{\Delta} - o\right) + P(x-\Delta)o}{n\cdot h}$$

Digitized by Google

Die schwersten Lasten sind daher nach $(x-\Delta)$ hin zu kehren und in das Fach Δ vorzuschieben, so lange

$$\frac{G}{P} > \frac{p'}{o}.$$

Für N_2 findet sich:

$$N_2 = -\frac{G'g'\left(\eta - \frac{h(l-g')}{l}\cdot\frac{\xi}{g'}\right) + G''g''o'''}{n\cdot h}$$

Die schwersten Lasten sind am Scheitelcharnier zu concentriren und dasjenige Rad darüber zu bringen, dessen Verschiebung nach links oder rechts den Ungleichungen

$$\frac{G}{G'} \gtrless \frac{o'''}{p+\eta}$$

entspricht.

Beide Werthe N_1 und N_2 sind zu ermitteln und entweder der dem absoluten Werthe nach gröfsere beizubehalten oder, wenn man dem ungünstigsten und unwahrscheinlichen Fall genügen will, N_1 und N_2 zu addiren.

γ) Der Punkt ξ, η fällt unter AS.

1) Maximum der Zugspannung

bei Belastung von x bis zum jenseitigen Auflager.

Man erhält nach Fig. 29

$$N = -\frac{\frac{P\lambda}{\Delta}(x(o'+o) - o\Delta) - P(x-\Delta)o + Ggo'' + G'g'o'''}{n\cdot h}$$

oder wenn $$o'' = \left(\frac{h(l-g)}{l}\cdot\frac{\xi}{g} - \eta\right)$$
$$= \left(\frac{p(l-g)}{g} - \eta\right)$$

eingeführt wird:

$$N = -\frac{P\lambda\left(\frac{x(o+o')}{\Delta} - o\right) - P(x-\Delta)o + G(p(l-g) - \eta g) + G'g'o'''}{n\cdot h}$$

Hiernach sind die schwersten Lasten gegen x zu kehren und Lasten in das Fach Δ vor x zu bringen, so lange die Ungleichung

$$\frac{G + \frac{G'o'''}{p+\eta}}{P} > \frac{p'}{p+\eta}$$

besteht. Es bezeichnet dann p' den Werth $\left(\frac{x(o'+o)}{\Delta} - o\right)$.

2) Maximum der Druckspannung

bei Belastung von 0 bis x.

Es ergiebt sich nach Fig. 30

$$N = -\frac{Ggo - P\lambda\left(\frac{x(o+o')}{\Delta} - o\right) + P(x-\Delta)o}{n\cdot h}$$

Man hat die schwersten Lasten gegen $(x-\Delta)$ zu stellen und in das Fach vorzuschieben, so lange die Ungleichung

$$\frac{G}{P} > \frac{p'}{o}$$

besteht, wenn $p' = \left(\frac{x(o+o')}{\Delta} - o\right)$.

d. Die Pfosten. Q.

α) Der Momentenpunkt ξ, η liegt unterhalb $A'S$.

1) Maximum der Zugspannung

für Belastung von m bis zum jenseitigen Auflager.

Nach Fig. 31 hat man:

$$Q = \frac{Ggo + G'g'o'}{q\cdot k}$$

und weil $$o = \eta - \frac{h(l-g)}{l}\cdot\frac{\xi}{g} = \eta - \frac{p(l-g)}{g}$$

$$Q = \frac{G\cdot(\eta g - p(l-g)) + G'g'o'}{q\cdot k}$$

Die schwersten Lasten sind am Scheitelcharnier zu concentriren und das Rad darüber zu stellen, dessen Verschiebung nach links oder rechts die Ungleichungen

$$\frac{G}{G'} \gtrless \frac{o'}{p+\eta}$$
$$\gtrless \frac{\eta - p}{\eta + p}$$

entsprechen.

2) Maximum der Druckspannung

für Belastung von 0 bis m. Man hat nach Fig. 32

$$Q = -\frac{G\cdot g\cdot o + \frac{P\lambda}{\Delta}(x(o'-o) + \Delta o) + P(x-\Delta)o + G'g'o''}{q\cdot k}$$

und weil noch $$o'' = \left(\frac{h(l-g')}{l}\cdot\frac{\xi}{g'} - \eta\right)$$
$$= \left(\frac{p(l-g')}{g'} - \eta\right)$$

$$Q = -\frac{G\cdot g\cdot o + P\lambda\left(\frac{x(o'-o)}{\Delta} + o\right) + P(x-\Delta)o + G'(p(l-g') - \eta g')}{q\cdot k}$$

Hieraus folgt:

Die schwersten Lasten sind von beiden Seiten gegen x zu concentriren und dasjenige Rad über x zu stellen, dessen Verschiebung nach links oder rechts die Ungleichungen

$$\frac{G + \frac{P\cdot p'}{o}}{G'} \gtrless p+\eta$$

entsprechen.

β) Der Momentenpunkt ξ, η liegt zwischen AS und $A'S$.

1) Maximum der Zugspannung

bei Belastung von 0 bis $(x-\Delta)$ und von m bis l.

Man hat auch hier, wie beim entsprechenden Fall der Diagonalen, die beiden Einflüsse zu sondern und erhält nach Fig. 33:

$$Q_1 = \frac{Ggo - \frac{P\lambda}{\Delta}(x(o'+o) - o\Delta) - P(x-\Delta)o}{q\cdot k}$$

Die schwersten Lasten sind hiernach gegen $(x-\Delta)$ zu stellen und Lasten in das Fach Δ selbst vorzuschieben, so lange die Ungleichung

$$\frac{G}{P} > \frac{p'}{0}$$

besteht.

Weiter ist:

$$Q_2 = -\frac{G'g'o'' + G''g''o'''}{q\cdot k}$$

Die schwersten Lasten sind daher für Q_2 über den Scheitel zu stellen und zwar dasjenige Rad, dessen Verschieben nach links oder rechts die Ungleichungen

Digitized by Google

$$\frac{G'}{G''} > \frac{o'''}{p+\eta}$$

entsprechen.

Beide Werthe Q_1 und Q_2 sind zu ermitteln und entweder der gröfsere oder auch ihre Summe beizubehalten.

2) Maximum der Druckspannung

bei Belastung von x bis m.

Man hat nach Fig. 34

$$Q = -\frac{P\lambda\left(\frac{x(o+o')}{\Delta} - o\Delta\right) - P(x-\Delta)o + G\cdot go''}{q\cdot h}$$

$$= -\frac{P\lambda\left(\frac{x(o+o')}{\Delta} - o\right) - P(x-\Delta)o + G(p(l-g)-\eta g)}{q\cdot h}$$

Die schwersten Lasten sind gegen x zu stellen und in das Fach Δ Lasten vorzuschieben, so lange die Ungleichung

$$\frac{G}{P} > \frac{p'}{p+\eta}$$

besteht.

γ) Der Momentenpunkt ξ, η liegt unterhalb AS.

1) Maximum der Zugspannung

bei Belastung von 1 bis $(x-\Delta)$.

Man erhält nach Fig. 35

$$Q = \frac{G\cdot go - P\lambda\left(\frac{x(o+o')}{\Delta} - o\right) + P(x-\Delta)o}{q\cdot h}$$

Die schwersten Lasten sind gegen $(x-\Delta)$ zu concentriren und in das Fach Δ Lasten vorzuschieben, so lange

$$\frac{G}{P} > \frac{p'}{o}.$$

2) Maximum der Druckspannung

bei Belastung von x bis zum jenseitigen Auflager.

Man hat nach Fig. 36:

$$Q = -\frac{P\lambda\left(\frac{(o+o')x}{\Delta} - o\right) - P(x-\Delta)o + Gg\left(\frac{p(l-g)}{g} - \eta\right) + G'g'o'''}{q\cdot h}$$

Die schwersten Lasten sind gegen x zu concentriren und in das Fach Δ Lasten vorzuschieben, so lange die Ungleichung

$$G' + \frac{G(p+\eta)}{P}\cdot\frac{o'''}{} > \frac{p'}{o'''}$$

besteht.

C. Anwendung.

Bogenbrücke von $40{,}_{000}{}^{m}$ Stützweite.

Zur Anwendung der vorstehenden Erläuterungen und um einen Vergleich mit anderen Methoden zu ermöglichen, sind im Folgenden noch die Grenzspannungen für denselben Träger ermittelt, welcher in Ritter „Elementare Theorie" etc. behandelt und darnach von Professor Heinzerling im Civilingenieur zu algebraischer Berechnung verwendet worden ist. Der Vergleich ergiebt keine beträchtlichen Abweichungen zwischen den graphisch und durch Rechnung ermittelten Resultaten, obwohl die Verzeichnung der Kräftepläne ohne besondere Sorgfalt geschah und die Genauigkeit durch gröfseren Maafsstab und sorgfältige Controle noch gesteigert werden kann. Es darf indessen hier, abgesehen von anderem, auch noch darauf hingewiesen werden, dafs die scharfe Berechnung eine ganz exacte Ausführung voraussetzt, welche selten in dem entsprechenden Maafse vorhanden ist. Professor Ritter hat schon früher hierauf hingewiesen und gewährt in der That das graphische Verfahren aufser den sonstigen Vortheilen auch den, dafs leicht gewisse Grenzwerthe ermittelt werden können, welche den Mängeln der Herstellung Rechnung tragen.

Das Eigengewicht der zu berechnenden Construction beträgt 1200^{k}, die Verkehrslast 2000^{k} pro laufenden Meter und Träger. Die Belastungen werden in den Knotenpunkten der oberen Gurtung concentrirt gedacht und entfällt daher bei einer Fachlänge von $2{,}_{000}{}^{m}$ auf jeden Punkt: an Eigengewicht 2400^{k}, an Verkehrslast 4000^{k}. Die Pfeilhöhe des Bogens, der einer Parabel eingeschrieben ist, beträgt $5{,}_{000}{}^{m}$, die Constructionshöhe im Scheitel $0{,}_{500}{}^{m}$.

Der Träger ist in Fig. 37 (Bl. U) in $^{1}/_{100}$ verzeichnet, für die Kräftepläne ist $1^{mm} = 400^{k}$ und giebt Fig. 38 die Beanspruchung durch das Eigengewicht, Fig. 39 die Grenzspannungen für den Bogen, die Figuren 40 und 41 aber für obere Gurtung, Diagonalen und Pfosten.

Zur Bestimmung der Spannungen ist zuerst nach Fig. 37 die Vertheilung der Belastungen, dann die Resultirende der äufseren Kräfte nach Gröfse und Lage und endlich die gesuchte Spannung nach Anleitung der in Fig. 13, 14 u. 15 dargestellten Verfahrungsweisen ermittelt. In der Regel ist hierbei nach Fig. 13 verfahren, doch auch nach 14 und den Umständen entsprechend das Verfahren nach Fig. 15 zur Controle benutzt. Im Nachstehenden ist neben einen der ermittelten Werthe der algebraisch berechnete in Klammer beigesetzt. Zugleich ist die bei der Berechnung zum Grunde liegende Belastung durch die Resultirende R_n angedeutet.

Man erhält:

1) Untere Gurtung.

(Maximum auf Druck.)

T_1 (mit R_1) $= -(133{,}_{0} + 221{,}_{8})\,400 = -141720\,(141630)$
T_2 (mit R_2) $= -(130{,}_{5} + 220)\,400 = -140200\,(139770)$
T_3 (mit R_3) $= -(128{,}_{3} + 219{,}_{4})\,400 = -139240\,(139200)$
T_4 (mit R_4) $= -(126{,}_{4} + 224{,}_{8})\,400 = -140400\,(140200)$
T_5 (mit R_5) $= -(124{,}_{0} + 231{,}_{5})\,400 = -142400\,(142700)$
T_6 (mit R_6) $= -(123{,}_{1} + 242{,}_{5})\,400 = -146240\,(145990)$
T_7 (mit R_7) $= -(121{,}_{9} + 253{,}_{2})\,400 = -150040\,(149840)$
T_8 (mit R_7) $= -(121{,}_{0} + 260{,}_{5})\,400 = -152600\,(152630)$
T_9 (mit R_8) $= -(120{,}_{4} + 252{,}_{2})\,400 = -149080\,(148970)$
T_{10} (mit R_9) $= -(120{,}_{0} + 200{,}_{0})\,400 = -128000\,(128000)$

Das Maximum der Zugspannung für die Verkehrslast ist mit den Resultirenden R bestimmt, deren Index eine lateinische Zahl ist, also beispielsweise $+ T_8$ mit R_{VII}.

2. Obere Gurtung.

(Maximum auf Zug, Fig. 40.)

S_1 (mit R_6) = 5200 (5190)
S_2 (mit R_7) = 11120 (11150)
S_3 (mit R_7) = 18000 (18060)
S_4 (mit R_7) = 25840 (25920)
S_5 (mit R_8) = 34160 (34280)
S_6 (mit R_8) = 43520 (43570)
S_7 (mit R_8) = 50800 (50690)
S_8 (mit R_9) = 50160 (50280)
S_9 (mit R_9) = 36000 (36000)
$S_{10} = 0$.

Digitized by Google

Das Maximum der Druckspannung ist in Fig. 41 mit den R ermittelt, deren Index eine lateinische Zahl ist.

3) Diagonalen.

(Maximum auf Druck, Fig. 40.)

N_1 (mit R_6) = — 12800 (12910)
N_2 (mit R_7) = — 12560 (12590)
N_3 (mit R_7) = — 12320 (12300)
N_4 (mit R_8) = — 12000 (12080)
N_5 (mit R_9) = — 12000 (11900)
N_6 (mit R_9) = — 11160 (11060)
N_7 (mit R_{10}) = — 10960 (10770)
N_8 (mit R_{11}) = — 9800 (9780)
N_9 (mit R_{VIII}) = — 21440 (21380)
N_{10} (mit R_{IX}) = — 37200 (37200).

Das Maximum der Zugspannung ist in Fig. 41 ermittelt.

4) Die Pfosten.

(Maximum der Zugspannung, Fig. 40.)

P_0 (mit R_5) = 11680 (11820)
P_1 (mit R_7) = 11040 (11080)
P_2 (mit R_7) = 10200 (10200)
P_3 (mit R_8) = 9040 (9100)
P_4 (mit R_9) = 7800 (7840)
P_5 (mit R_9) = 5960 (6030)
P_6 (mit R_{10}) = 4400 (4380)
P_7 (mit R_{10}) = 2480 (2570)
P_8 (mit R_{VII}) = 4400 (4390)
P_9 (mit R_{VIII}) = 7200 (7200)

Das Maximum der Druckspannung ist in Fig. 41 ermittelt und darf hier noch daran erinnert werden, dafs theoretisch

$$N_{max} + N_{min} = 0,$$
$$S_{max} + S_{min} = 0,$$
$$P_{max} + P_{min} = -4000^{k}.$$

Durch das Eigengewicht werden die äufsersten Pfosten mit 1200^{k}, die mittleren mit 2400^{k} auf Druck beansprucht, wenn man das gesammte Gewicht in der Fahrbahn concentrirt.

Darmstadt, im August 1873. Schäffer.

Das Kreuzgewölbe, eine Bauconstructions-Studie.

(Mit Zeichnungen auf Blatt V im Text.)

Mehr als sechzehnhundert Jahre sind verflossen, seitdem die Römer Kreuzgewölbe in sehr bedeutenden Spannweiten zur Ausführung gebracht haben; die Termen des Caracalla aus den Jahren 211—217 p. Chr. n. stammend, ebenso die des Diocletian, um das Jahr 300 erbaut, besafsen grofse Prunksäle, deren Decken aus kühn geschwungenen Kreuzgewölben, von Säulen getragen, bestanden. In späterer Zeit spielten diese Gewölbe sowohl in der romanischen, wie auch in der gothischen Bauperiode eine Epoche machende Rolle, und auch heut zu Tage verwenden wir mit grofser Vorliebe diese Gewölbe ihrer vorzüglichen Eigenschaften wegen; demnach erscheint es selbstverständlich, dafs das Kreuzgewölbe in der Bauconstructionslehre eine hohe Beachtung verdient, dafs wir ihm unsere besondere Aufmerksamkeit zuwenden.

Als vieljähriger Lehrer der Bauconstruction habe ich mich nun freilich davon überzeugen müssen, wie höchst oberflächlich, ja geradezu handwerksmäfsig viele unserer wichtigsten Bauconstructionen behandelt sind, und selbst unseren besten Lehrbüchern über Bauconstruction kann dieser Tadel — mehr oder weniger — nicht erspart werden.

Der Grund hiervon liegt wohl darin, dafs die meisten Lehrer der Bauwissenschaften dies nur nebenbei sind und häufig durch andere Arbeiten so in Anspruch genommen werden, dafs sie sich weder die Mühe noch die Zeit nehmen können, ihrem Lehrstoffe nach allen Seiten hin — wie dies geschehen sollte — eine wissenschaftliche und correcte Gestalt zu geben; die Bauconstructionslehre ist es nun, die besonders unter solchen Verhältnissen zu leiden hat; man betrachtet diese Lehre von vielen Seiten für in sich abgeschlossen und mit wenigen Ausnahmen werden immer wieder Linke's Vorträge an der Bau-Akademie in Berlin — seligen Angedenkens — reproducirt und nachgebetet; und somit hält man es für durchaus unnöthig, über Bauconstructionen so abgethaner Art weiter nachzugrübeln!

Um dies nur an einem Falle nachzuweisen, sei hier erwähnt, dafs wir bis zur Stunde noch kein einziges Lehrbuch über Bauconstruction besitzen, in welchem das Kreuzgewölbe nur einigermaafsen richtig dargestellt ist, und mehr oder minder mufs von fast allen andern Gewölben und vielen anderen Constructionen behauptet werden, dafs sie durchaus ungenügend für den heutigen technischen Unterricht bearbeitet sind.

Allerdings beansprucht die Lehre von der Bauconstruction, soll sie eingehend betrieben werden, aufser einer gründlichen Kenntnifs der Statik und Mechanik, eine grofse Vertrautheit mit der darstellenden Geometrie, einer Wissenschaft, die nicht nur theoretisch zu erlernen ist, sondern die durch vielfach graphische Uebungen und practisch betrieben in Fleisch und Blut übergehen sollte.

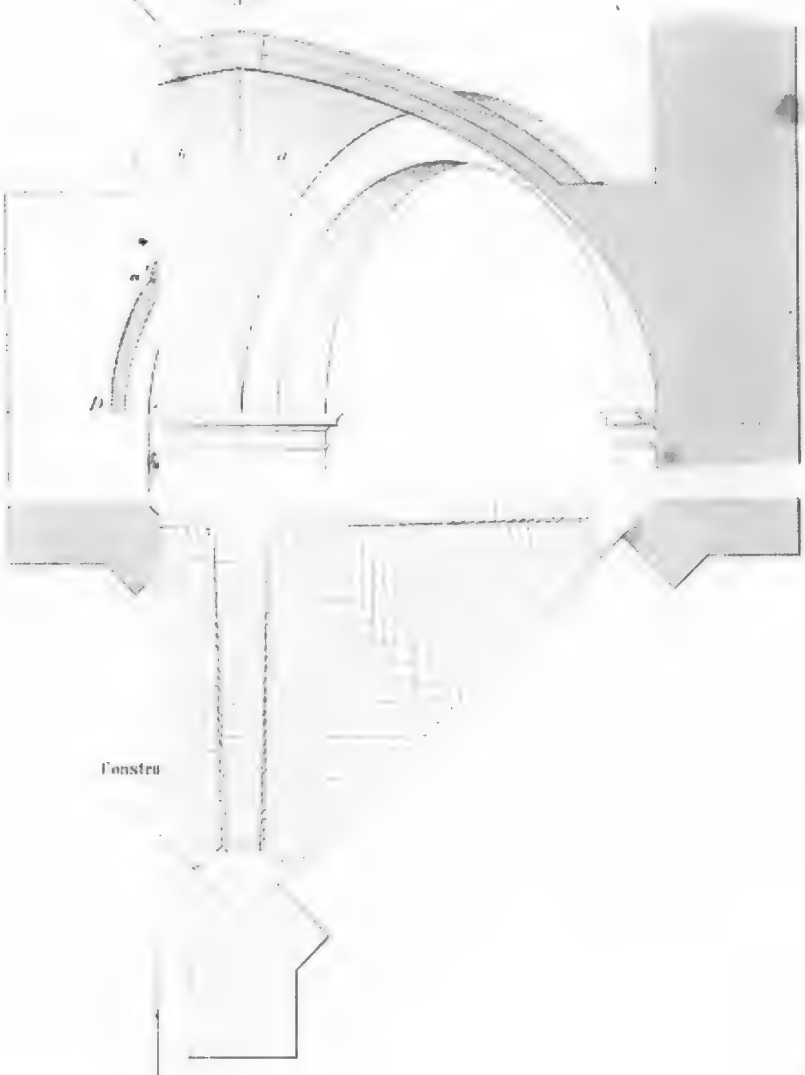
Die beifolgende Tafel (Blatt V) stellt nun ein Kreuzgewölbe und zwar in Backstein-Construction dar, wie es gezeichnet werden mufs, um auf Correctheit Anspruch machen zu können, und nur derjenige wird das eigentlich Charakteristische dieses interessanten Gewölbes begreifen, der sich die Mühe nimmt, die hier gegebene Construction in allen ihren Stadien zu verfolgen.

Figur 1 giebt den Grundrifs eines Kreuzgewölbes über einem quadratischen Raum mit sogenanntem geraden Stich und $^1/_2$ Stein verstärktem Grat. Durch diese Annahme setzt sich dieses Gewölbe zusammen aus vier gegen den Scheitel hin aufsteigenden halbkreisförmigen Tonnengewölben, und es entstehen demzufolge innere Diagonalgrate, welche nicht aus einer elliptischen Linie auf horizontallaufender Axe bestehen, sondern zusammengesetzt sind je aus zwei Viertelellipsen, deren Axen, dem Stich entsprechend, gegen den Scheitel des Gewölbes aufsteigen; bei grofser Stichhöhe nehmen die Diagonalgräte im Scheitel des Gewölbes spitzbogenartigen Charakter an.

Digitized by Google

Fig. 3. Schnitt I. II.

Fig. 4.



Constru

Digitized by Google

Bei der Wichtigkeit, welche der Diagonalgrat in der Construction des Kreuzgewölbes spielt, ist es nothwendig, denselben besonders darzustellen, und dies ist in der Fig. 2 geschehen, woselbst der Diagonalgrat in der Horizontal- und Vertikal-Projection genau in seiner Form entwickelt wurde.

Die innere Gratlinie ABC in der Horizontal-Projection ist in der Vertikal-Projection in der zusammengesetzten Curve $A'B'C'$ ersichtlich, und gehört der halbe Gratbogen $A'B'$ einer Ellipse an, welche die Linie $\alpha\beta\gamma$, mit den Brennpunkten x, y, zur grofsen Axe und die Linie $\beta\delta$ zur kleinen Axe hat; der andere halbe Gratbogen $B'C'$ hat dagegen $\alpha'\beta'\gamma'$, mit den Brennpunkten x', y', zur grofsen Axe, $\beta'\delta'$ zur kleinen Axe; die Stichhöhe des Gewölbes ist $= 0\beta$.

Bei Anwendung von Backsteinen wird nun der Grat in der Regel $1\frac{1}{2}$ Stein breit und 1 Stein hoch gemacht, und sind diese Maafse auch in der in Rede stehenden Construction gewählt; an diesen Grat als Widerlager müssen sich nun die einzelnen Gewölbeschichten normal anlegen. Um die Fugenrichtungen für den gewölbten elliptischen Grat bestimmen zu können, sind die Brennpunkte x, y, respective x', y' von wesentlichem Nutzen, denn durch sie und mit Hilfe der einpunktirten Hilfslinien werden die Fugenrichtungen DA', ak, od, of, gh, $g'h'$, $e'f'$, $c'd'$, $a'b'$ und $D'C'$ leicht gewonnen. Denkt man sich in allen diesen Fugenrichtungen nicht nur den Grat, sondern auch das Gewölbe geschnitten, so ergiebt sich eine Reihe von Normalschnitten, durch welche es klar wird, dafs die Form des Grates eine stets variable sein mufs, da in jeder anderen Gratschicht die Gewölbeschicht in verändertem Winkel anlegt.

Betrachtet man beispielsweise den Normalschnitt des Grates in $d'c'$ in der Vertikal-Projection, so wird diese Schnittlinie auf der innern Laibung des Gewölbes die Curve $n'n'$ in der Horizontal-Projection geben; diese Curve läfst sich ermitteln mit Hilfe der angenommenen Mantellinien mm, $m'm'$, $m''m''$, $m'''m'''$, welche alle durch $d'c'$ geschnitten werden; hier sind in beiden Projectionen für die betreffenden Hilfslinien gleiche Buchstaben gewählt. Diese Mantellinien laufen in der Vertikal-Projection parallel der grofsen Axe, hier mm, $m'm'$ etc. parallel mit $\alpha'\beta'\gamma'$. Wird endlich der Gratnormalschnitt in $d'c'$ umgeklappt gedacht, wobei die Hilfslinien n, n', n'', n''', in der Vertikal-Projection, zu $d'c'$ eine normale Lage einnehmen, so läfst sich an diese umgeklappte Schnittlinie die wirkliche $\frac{1}{2}$ Stein starke Gewölbeschicht antragen und auch die Gratform kann leicht ermittelt werden, da diese sich der Gröfse von $1\frac{1}{2}$ Stein Breite und 1 Stein Höhe anpafst, und zwar in der Art, dafs sich (wie bereits erwähnt) die Gewölbeschicht normal an den Grat anlegt. Hierbei ist zu bemerken, dafs in den umgeklappten Normalschichten des Grates in der Vertikal-Projection jedesmal die ganze Gröfse von $1\frac{1}{2}$ Stein Breite und 1 Stein Höhe einpunktirt ist.

Wie nun der Normalschnitt $d'c'$ in seiner wirklichen Form durch Umklappung mittelst angenommener Mantellinien gefunden wurde, so werden auch die anderen Normalschnitte des Grates in $C'D'$, $b'a'$, $f'e'$, $h'g'$ in gleicher Weise ermittelt, wie dies mit Hinweglassung der Hilfslinien an den betreffenden Stellen in der Vertikal-Projection geschehen ist. Das Uebertragen dieser Normalschnitte in die Horizontal-Projection ist mit besonderen Schwierigkeiten nicht verknüpft, und sind auch hier bei Schnitt $d'c'$ übereinstimmende Buchstaben für die nothwendigen Hilfslinien gewählt (nn, $n'n'$, $n''n''$, $n'''n'''$).

Betrachtet man nun den Grat-Normalschnitt $d'c'$ in seiner wirklichen Form in der Umklappung, wie auch in seiner Horizontal-Projection in Figur 2, so tritt der Grat, sich nach oben stark verjüngend, um nahezu $\frac{1}{3}$ seiner Höhe über das $\frac{1}{2}$ Stein starke Gewölbe hervor; im Normalschnitt $a'b'$ dagegen versenkt sich der sonst aus dem Gewölbe heraustretende Grat in dasselbe und nimmt gegen die äufsere Laibung an Verjüngung zu, während in den Normalschnitten $e'f'$ und $g'h'$ der Grat immer höher, bis zur Hälfte, aus der äufsern Laibung des Gewölbes sich emporhebt, und eine stets steilere Widerlagsfläche annimmt, und diese wird bei der Annahme eines sehr hohen Stiches endlich eine Neigung annehmen, wie dies beim Schlufssteine eines Spitzbogens der Fall ist; der Normalschnitt in $g'h'$ macht dies klar.

Nur durch eine Reihe von richtig entwickelten Grat-Normalschnitten läfst sich ein Kreuzgewölbe absolut richtig darstellen. Während in der Figur 2 auf der rechten Seite eine Reihe von Normalschnitten entwickelt wurden, ist auf der linken Seite der Diagonalgrat so gezeichnet, als ob die sich an ihn anschmiegenden Gewölbeschichten fortgeschnitten gedacht sind, so dafs die Form des Grats allein übrig bleibt, und wobei die schraffirte Fläche den Schnitt darstellt zwischen Grat und Gewölbe. In dieser Darstellung ist nun deutlich zu erkennen, wie sich der Diagonalgrat in jeder Schicht verändern mufs, um stets die im veränderten Winkel sich an ihn anlehnenden Gewölbeschichten normal als Widerlager aufnehmen zu können. Aus dieser Entwickelung geht hervor, wie schwierig es ist, ein Kreuzgewölbe im Rundbogen streng richtig zu construiren, da die einzelnen Steine des Diagonal-Gratbogens alle in ihrer Form von einander abweichen. Bei Annahme des Spitzbogens für diese Construction fielen aber die beim rundbogigen Kreuzgewölbe entwickelten Schwierigkeiten fort, weil hierdurch der Diagonal-Gratbogen zu einem Spitzbogen wurde, der aus einem Centrum construirt, es ermöglichte, ihn aus lauter gleichen Bogensteinen auszuführen.

Nach der Entwickelung der richtigen Form der Diagonalgräte lassen sich dieselben nun auch genau in die Horizontal-Projection übertragen, wie dies in Figur 2 auch geschehen ist; weiter lassen sich dann auch die Durchschnitte nach I — II und nach III — IV (Figur 1) ermitteln und diese sind in Figur 3 zeichnend dargestellt.

Im Durchschnitte nach I — II ist ik die steigende Axe des Gewölbetheils E, und km der spitzbogenartig aufsteigende elliptische Grat, und dieser läfst sich am einfachsten bestimmen, indem man die Längen von n, o, p, q, r und s von der Kämpferlinie lk aufwärts abträgt. Im Durchschnitte III — IV ergiebt sich der Punkt t des Diagonalgrates durch eine vertikal gezogene Hilfslinie $t't'$, während sich die Höhen von u und v, in u' und v' (Figur 2) finden lassen; der Schnitt tw des Gewölbetheiles G durchdringt den Gewölbemantel in gerader Linie, und entspricht hier in seiner Gewölbeschnittstärke der Höhe von ww'', wie dies die Hilfsfigur Figur 3ª am besten erklärt. Der Schnitt von t nach z gehört dem steigenden Tonnengewölbe F an, dessen steigende Axe mit il zusammenfällt; die Schnittlinie, ein Halbkreisstück bildend, hat ihren Mittelpunkt in z', gleich hoch liegend mit z''. Der

Digitized by Google

vom Scheitelpunkt des Gewölbes abwärts laufende Grat wird nach Figur 2 (linke Seite) richtig gestellt.

Die horizontal ausgeführte Hintermauerung in den vier Ecken des Gewölbes (siehe Figur 1) bildet die Curven $\pi\,\varrho$, da hier aufsteigende Cylinderflächen mit einer horizontalen Ebene geschnitten werden.

Figur 4 endlich stellt einen vollständig gezeichneten Diagonaldurchschnitt des Kreuzgewölbes dar und sind hier in beide Projectionen die betreffenden Gewölbeschichten (ohne Stofsfugen) eingetragen; es wird diese Figur nach dem Vorgesagten keine weitere Erläuterung benöthigen.

An diese Mittheilung sei die Bemerkung geknüpft, dafs nahezu alle anderen Gewölbe in unseren Bauconstructionslehren einer ähnlichen Bearbeitung und Berichtigung bedürfen, und demgemäfs ist es wirklich geboten, dieser wichtigen Lehre eine gröfsere Aufmerksamkeit besonders in unsern technischen Hochschulen zuzuwenden.

Mit wenigen Ausnahmen*) erhebt sich selbst unsere allerneueste Literatur in diesem Fache nicht über die Mittelmäfsigkeit und es wäre angezeigt, sehr Vieles, was immer wieder seit Gilly's Zeiten in allen Lehrbüchern über Bauconstructionen bis zum Ueberdrufs nachgekaut wird, als durchaus veraltet zu beseitigen; was noch lebensfähig ist, soll beibehalten, aber richtig gestellt werden, alles neue und sich bewährt habende ist berücksichtigungswerth!

Mehr als ein Vierteljahrhundert als Lehrer der Bauconstruction thätig, glaube ich mir ein Urtheil über dieses Fach zutrauen zu dürfen und habe ich mich — freilich nach langem Widerstreben — jetzt doch entschlossen mitzuwirken, um in der Bauconstruction ein unserer Zeit entsprechendes Lehrmaterial beizuschaffen.

Die hier gegebene kurze Erörterung über das Kreuzgewölbe möge dazu dienen, meine verehrten Fachgenossen darauf aufmerksam zu machen, in welcher Weise ich die Lehre von der Bauconstruction in einem neuen Werke zu behandeln gedenke, und füge die Bitte bei, mich in meinem Vorhaben dadurch zu unterstützen, dafs mir alle neueren Constructionen mitgetheilt werden möchten, um sie zum Gemeingut für den höheren technischen Unterricht machen zu können; ich hoffe, so unterstützt, dafs sich dann meine Arbeit einer gleich freundlichen Aufnahme zu erfreuen haben werde, wie dies bei meinem Buche über Baumaterialien der Fall ist.

München, im Januar 1875. R. Gottgetreu.

*) Zu diesen Ausnahmen gehören die in neuerer Zeit erschienenen sehr schätzenswerthen Werke über die Hochbauconstructionen in Eisen von Brandt 3. Aufl., Klasen und Wist.

Mittheilungen aus Vereinen.

Architekten-Verein zu Berlin.

Schinkelfest am 13. März 1875.

Der Abend des 13. März d. J. fand den grofsen Kreis der Berliner Architekten, sowie der Freunde und Verehrer unseres unvergefslichen Meisters Schinkel in altgewohnter Weise im Arnim'schen Saale versammelt. Die eine Seite des Saales schmückte die Riesenbüste des Gefeierten, welche von hohem Piedestale inmitten grüner Gewächse auf die Gesellschaft herabschaute. Die eingelieferten Concurrenz-Arbeiten waren diesmal in einem Nebensaale aufgestellt. — Der Vorsitzende des Architekten-Vereins, Baurath Hobrecht, leitete die Feier mit dem nachfolgenden Bericht über die Wirksamkeit dieses Vereins im verflossenen Jahre ein; derselbe lautete also:

Hochgeehrte Versammlung!

Nach einem an Festen und geräuschvoller Thätigkeit reichen Jahre sehen wir uns an bescheidenerer, doch altgewohnter Stätte wieder vereinigt.

Die Würde des Verbands-Vororts, welche, wie der Oberbefehl bei den Atheniensischen Strategen, wandert, ist auf neue Kräfte übergegangen.

Die rollende Zeit weilte weder bei den heiteren Klängen unseres Vereins-Jubiläums, noch bei den ernsten Verhandlungen der hier tagenden Generalversammlung der deutschen Fach-Vereine; sie führt uns sanft zurück zu Tagesarbeit und zu sauern Wochen, um uns aufs Neue das Recht zu Festen und Gästen gewinnen zu lassen.

Eines aber darf uns nicht genommen werden, — auch wenn uns unser pedantisches Pflichtgefühl noch so zu Fleifs und Sparsamkeit ermahnt, — das ist unser Schinkelfest!

Seien Sie alle dazu, wie stets an diesem Tage, herzlich bewillkommt und begrüfst!

Es ist hergebracht, am heutigen Abend von dieser Stelle aus einen Rückblick auf das Leben des Vereins im letzten Jahre zu werfen: wir feierten am Geburtstage Schinkels, am 13. März 1874 das funfzigjährige Jubiläum unseres Vereins; wir feierten es, — aber, wenn wir davon berichten sollen, so merken wir wohl, wie trocken das Wort der frischen Erinnerung gegenüber wird; der heitere Ton von Rede und Musik so wenig, wie der farbige Lichtstrahl, den das lebende Bild wohlthuend auf unser Auge wirft, lassen sich zu einem dauerhaften Gewebe verspinnen, welches man anlegen kann, sobald man es wünscht, und so erübrigt nur die Hoffnung, dafs die Erinnerung der fröhlichen Stimmung, der Freude am Gelungenen uns Allen noch lange erhalten bleiben möge.

So anregend belehrend und erfolgreich, wie dies wohl bei der Stiftung des Verbandes der deutschen Architekten- und Ingenieur-Vereine erwartet wurde, hat sich die im vorigen Jahre abgehaltene erste General-Versammlung auch gestaltet.

Die nunmehr im Druck vorliegenden Verhandlungen jenes Verbandtages bieten nach vielen Seiten ein Material dar, welches vielfach zur Information nachgeschlagen werden wird, ja, welches jetzt schon eine theilweise Verwendung für die legislatorische Thätigkeit gefunden hat. Ihr wahrer Werth ist aber doch, dafs diese Verhandlungen von einer Versammlung, welche fast die Zahl 1000 erreichte, gehört,

Digitized by Google

und dafs sie nicht dem Papier, sondern dem aufmerksamen Ohr vertraut wurden.

Strebsame Kräfte aus All-Deutschland lernten sich kennen, und verbanden sich zu gemeinsamem Wirken für die Zukunft; es war Zeit, dafs wir, ich meine wir Preufsen, in Deutschland zu Hause wurden, und vielfache mit besserem Erfolge gekrönte Bestrebungen kennen und schätzen lernten; wenn aber eine etwas zu gefällige Bescheidenheit nur Schatten bei uns zu sehen vermag, so wollen wir uns von dieser Anschauung lieber fernhalten und uns erinnern, dafs eine Besserung sich nicht so sehr durch Tadel, als dadurch erreichen läfst, dafs wohlmeinend Hilfe geleistet wird.

Der Umstand, dafs durch die historische Entwickelung des letzten Jahrzehnt die Hauptstadt unseres Landes in neue weitere Bahnen gewiesen wurde, gab unwillkürlich unserm Vereine Gelegenheit, Fragen über die bauliche Zukunft Berlins in den Kreis seiner Berathungen zu ziehen und zu versuchen, diese so zu beantworten, wie berechtigte Forderungen nach Zweckmäfsigkeit und Schönheit ergeben; ich nenne hier beispielsweise die Berathungen über die Berliner Wasserverhältnisse und den Ausbau der Schlofsfreiheit.

Auch bei Fragen, mit welchen sich die Gesetzgebung zu beschäftigen hat oder hatte, — so bei dem Enteignungsgesetz, dem Gesetz über die Bebauung von Städten etc. — ist der Verein zur Klärung der eigenen Anschauungen, und auch, wie wir hoffen, zu Nutz und Frommen der Sache selbst, berathend und demnächst beantragend eingetreten.

Noch harrt manche, uns nahe berührende wichtige Angelegenheit ihrer Erledigung. Der Bildungsgang der Techniker, — die Reorganisation der Bau-Akademie, die Rangverhältnisse der technischen Staatsbeamten, — können nicht unberührt bleiben von dem Geist, der zur Zeit die Wege unserer gesammten Entwickelung bestimmt.

Hier ein Urtheil oder eine Bitte auszusprechen, hat der Verein nicht umhin gekonnt; er darf hoffen, dafs er auch einmal berufen werden wird, wo es sich um die wichtigen Interessen seiner Angehörigen handelt, seine Stimme abzugeben, und es darf ihm vertraut werden, dafs er für eigene Interessen nur da eintreten wird, wo er der Ansicht ist, dafs diese sich mit den öffentlichen Interessen decken.

So möge die vor uns liegende Zeit uns aufs Neue und in erhöhtem Maafse Arbeit und thatkräftige Mitwirkung an der unausbleiblichen Neugestaltung der Dinge, die uns angehen, zuweisen; sie wird uns dazu willig und frei von Vorurtheilen finden!

Die Mitgliederzahl des Vereins bestand vor einem Jahre aus:

438 Einheimischen, 653 Auswärtigen, in Summa 1091 Mitgl.,
77 - 9 - in Summa 86 -
wurden neu aufgenommen,
3 Einheimische, 14 Auswärtige, in Summa 17 Mitgl.
schieden aus,
7 Einheimische, 12 Auswärtige, in Summa 19 Mitgl.
verloren wir durch den Tod,
443 Einheimische, 630 Auswärtige, in Summa 1133 Mitgl.
ist der gegenwärtige Bestand.

An 14 Haupt- und 19 gewöhnlichen Versammlungen mit einer durchschnittlichen Theilnahme von 145 Besuchern wurden in Vorträgen, Debatten und Beurtheilungen die Vereinszwecke erfüllt und gefördert.

Bei einer durchschnittlichen Betheiligung von 90 Mitgliedern fanden 15 Excursionen im vorigen Sommer statt.

Ungewöhnlich lebhaft war im vorigen Jahre die Betheiligung an den Monats-Concurrenzen; im Gebiete des Landbaues concurrirten 75 Entwürfe auf 126 Blatt Zeichnungen, im Gebiete des Wasserbaues 9 Entwürfe auf 9 Blatt Zeichnungen; von den ersteren erhielten 28, von den letzteren 7 Preis-Andenken.

Die Ausgaben des Vereins betrugen im vorigen Jahre 39600 RM., bei 35400 RM. Einnahme; das Deficit ist im Wesentlichen durch Vorschüsse für die Herausgabe des Werks „Berlin und seine Bauten“ veranlafst.

Der diesjährige Etat balancirt mit 43000 RM. Einnahme und Ausgabe.

An der Schinkel-Concurrenz haben sich betheiligt im Gebiete des Landbaues 4 Entwürfe auf 45 Blatt Zeichnungen zu einer Bibliothek, und im Gebiete des Wasserbaues ein Entwurf auf 9 Blatt Zeichnungen zu einem Theile der Stadtbahn.

Der Arbeit mit dem Motto: „Pabulum Studii“ ist die Schinkel-Medaille und der erste Preis von 100 Stück Fr.d'or zuerkannt worden.

Ferner ist den Arbeiten mit dem Motto „Tot capita, tot sensus“ und „Omega“ je die Schinkel-Medaille, und auf Bitte des Architekten-Vereins unter hochgeneigter Befürwortung des Herrn Handels-Ministers von Sr. Majestät dem Könige Allergnädigst der im vorigen Jahre nicht zur Verleihung gelangte Preis von 100 Fr.d'or für Arbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens zur Hälfte mit je 50 Fr.d'or zuerkannt worden.

Sämmtliche 4 Arbeiten aus dem Gebiete des Landbaues sind als Probe-Arbeiten zur Baumeister-Prüfung von der Königl. Technischen Bau-Deputation angenommen worden.

Der Arbeit aus dem Gebiete des Wasserbaues ist die Schinkel-Medaille zuerkannt worden.

Verfasser der Arbeit mit dem Motto: Pabulum Studii ist Herr Bauführer Oscar Hofsfeld, der Arbeit mit dem Motto: Tot capita, tot sensus, Herr Architekt Carl Zaar, der Arbeit mit dem Motto: Omega, Herr Bauführer Carl Hinckeldeyn.

Verfasser der Arbeit aus dem Gebiete des Wasserbaues mit dem Motto: London ist Herr Bauführer August Savels.

Hierauf erfolgte die Vertheilung der Preise und Schinkel-Medaillen durch den Herrn Ministerial-Director Mac Lean, und nachdem noch der Baurath Hobrecht im Namen des Architekten-Vereins einige beglückwünschende Worte hinzugefügt hatte, ertheilte er dem diesmaligen Festredner, Herrn Baumeister Orth das Wort, welcher sich über die zukünftige Baugestaltung der Stadt Berlin folgendermaafsen vernehmen liefs:

Hochgeehrte Versammlung!

Anknüpfend an den Festvortrag des vergangenen Jahres, welcher beim Jubelfeste unseres Vereins Schinkel als den grofsen Architekten der Stadt Berlin besprach, will ich heute ein Bild der Entwickelung und der Zukunft dieser Stadt Ihnen, meine Herren, vorzuführen versuchen. Wohl scheint es geeignet, an einem so bedeutenden Wendepunkte der Geschicke Berlins, wo es noch dazu mitten in einer tiefgehenden, viele Bevölkerungskreise in Mitleidenschaft ziehenden Krisis steht, Ziel und Richtung dieser Entwickelung

Digitized by Google

zu besprechen, um so mehr, da die Stadt einestheils das wesentlichste Feld war für die Thätigkeit Schinkels, sowohl bezüglich seiner monumentalen Ausführungen, als seiner weitgehenden Absichten und Entwürfe, anderntheils Berlin fortgesetzt die jüngeren wie die älteren schaffenden Kräfte unseres Vereins in ihren Plänen und Ausführungen zu einem grofsen Theile und zwar auf fast allen Gebieten unserer Thätigkeit in Anspruch nimmt. Zudem vermittelt dieses unser Schaffen für Umgestaltung und Entwickelung, für Gesundheit und Verschönerung unserer Reichs-Hauptstadt am besten den Zusammenhang aller fachmännischen Kreise mit denen, die wir die Ehre haben als Gäste hier zu begrüfsen.

Wenn wir, meine Herren, den jetzigen Zustand Berlins und die Entwickelung der letzten Jahrzehnte betrachten, so empfindet man überall, wie dieses vielfach auch mit Ungeduld ausgesprochen ist, dafs die Arbeit des Volkes auf politischem, wirthschaftlichem und militärischem Gebiete alle Kräfte so sehr in Anspruch genommen hat, dafs für die Erscheinung auch nur in der Bedeutung als Landeshauptstadt Arbeit nicht mehr übrig blieb, dafs selbst in sanitärer Beziehung und in den für die bequeme Bewegung der fortwährend wachsenden Bevölkerungsmassen nöthigen Strafsenzügen selbst mäfsige Ansprüche nicht haben befriedigt werden können. Dazu kam, dafs das Wachsthum dieser Stadt solche Fortschritte machte, dafs nur ein energisches Eingreifen und Umgestalten aller Verhältnisse dieselben auf früherer Höhe hätte halten können.

Denn, meine Herren, dieses frühere Berlin steht in der Zeit von 1830 sicher und gerade in der Disposition nicht zurück gegen die gleichzeitigen Zustände in London, Paris und Wien. Vielmehr liegen Züge einer gewissen Grofsartigkeit darin, die, wie unsere Siegesstrafse, die Linden, in Verbindung mit der Schlofsbrücke und der übrigen Umgebung, kaum irgendwo grofsartiger vorkommen und noch vergangenen Herbst von bedeutenden auswärtigen Architekten bewundert sind.

Ich will ferner auf die aus früher Zeit stammenden, mit breiten Alleen eingefafsten Zugangsstrafsen zu fast allen älteren Thoren Berlins hindeuten, die noch jetzt eine Ausbildung und Umbildung der Stadt wesentlich erleichtern, ferner auf die grofsen Plätze der Friedrichsstadt, worunter der Schillerplatz auch den schönsten auswärtigen Plätzen gegenüber eine hervorragende Bedeutung hat.

Schon bevor die Gründung des neuen Deutschen Reiches eine neue und gröfsere Entwickelung, einen ganz neuen Maafsstab für die Stadt Berlin schuf, hatte grofse Bevölkerungsmassen eine fast allgemeine Unzufriedenheit sowohl mit sanitären als Wohnungsverhältnissen ergriffen. Jedoch ist hierbei zu bedenken, dafs dieses knappe Maafshalten in Allem, was, abgesehen vom militärischen Gebiete, nicht unbedingt nöthig erschien, wesentlich zu unseren Erfolgen beigetragen hat, theils durch die Mittel, welche auf das militärische Gebiet direct verwendet sind, theils durch die günstige finanzielle Position des Landes.

Obwohl nun unzweifelhaft Berlin besonders in seiner inneren Gestaltung weit zurückgeblieben ist gegen sein äufseres Wachsthum, so liegt es doch nahe, zu fragen: Ist denn wirklich die Stadt in einer solchen Lage, wie es die auf nothwendige Veränderungen hinarbeitende Ungeduld sich vorstellen mag, sind denn wirklich die Verhältnisse so wesentlich anders, so wesentlich schlechter, als in gleichen Entwickelungsstadien bei unsern benachbarten grofsen und neuerdings wesentlich zum Theil in glänzender Weise umgestalteten Reichshauptstädten? Bei uns scheint nichts vorwärts zu kommen, wir glauben, dafs nichts von der Stelle rückt. Mir scheint, meine Herren, die unbegreiflich raschen Erfolge der letzten Jahre auf anderem Gebiete haben uns verwöhnt. Gestatten Sie mir, zur Vergleichung die Entwickelungsverhältnisse von Paris, London und Wien zu besprechen, absehend von Petersburg, welches mir persönlich unbekannt ist. — Das Werden dieser Neubildungen wird vielleicht mit beitragen können, unser Berlin sowohl in seinen Verkehrsbeziehungen und seiner Erscheinung, als bezüglich dadurch erwachsender finanzieller Belastung noch günstiger neu zu gestalten, als es dort der Fall ist, weil uns die gemachten Erfahrungen, die Vorzüge wie die Fehler jener Neubildungen zum Nutzen gereichen können, sofern nur das Nothwendige zu rechter Zeit und nach einheitlichem Plane geschieht.

Paris.

Gewifs ein grofser Theil von uns hat Paris 1867 gesehen in der Zeit seines Glanzes, wo die ganze Stadt wie geschmückt erschien und gewissermaafsen ihre glänzendste Toilette angelegt hatte, die Fremden zu empfangen. Es ist den meisten auch wohl bekannt, wie die zum Theil unnöthig rasch vollzogene Umbildung auf lange Zeit den Stadthaushalt mit grofsen Kosten überlastet hat, bekannt auch, wie dieses Beispiel vielfach anderweitig, wo nothwendige Aenderungen bevorstehen, wie ein Alp drückt, und wie leicht die Bezeichnung „Hausmann'sche Ideen" oder was damit identisch scheint, „Projecte begeisterter Architekten" genügt, um das, was im finanziellen und Verkehrs-Interesse häufig dringend nothwendig ist, auf Jahre zu hintertreiben, bis der Zwang der Verhältnisse zu Kosten führt, welche man unnöthig jedem städtischen Gemeinwesen gern erspart sähe. Die Furcht vor Hausmann'schen Ideen führt häufig das herbei, was man scheut — grofse Kosten — und zwar bei halbem Erfolge.

Man ist gewöhnt, einen grofsen Theil von dem, was sowohl von der Juli-Dynastie, als noch mehr von Louis Napoleon geschehen ist, auf die Absicht zurückzuführen, durch den neuen Glanz der Hauptstadt und durch lohnende Beschäftigung die Bevölkerung an das Herrscherhaus zu ketten, wie es bei den alten Römern schon nothwendig erschien, „Panem ac Circenses" zu bieten, und die Gewaltherrscher der Renaissance durch glänzende Bauten die Städte an sich zu fesseln suchten. Es hat dieses gewifs selbst bei der Juli-Dynastie den Anstofs mit gegeben und gewifs haben ferner bei den Hausmann'schen Correctionen militärische, gegen die Bevölkerung selbst gerichtete Vorsichtsmaafsregeln eine grofse Rolle gespielt. Betrachten wir aber das alte mittelalterliche Paris, wie es sich in seinen engen winkligen Strafsen noch bis lange nach der Juli-Revolution erhalten hatte, so bekommt man doch ein wesentlich anderes Bild von der Sachlage.

Im Jahre 1840 noch waren die jetzt in ihren Lichterreihen so glänzenden Quais an Louvre und Tuilerien entlang ohne Gas und wurden nebst den Stromverhältnissen regulirt, wie in den vorhergehenden Jahren mit der Rue Rivoli und den inneren Boulevards, dem jetzt glänzendsten Theile der Stadt-Entwickelung geschehen war; der Verkehr an den Markthallen und Märkten war sehr erschwert.

Digitized by Google

Ich führe hierfür einen Bericht aus dem Jahre 1840 aus der Revue de l'Architecture von César Daly an:

„Am Eingange zu den Märkten," heifst es daselbst, „ziehen sich die Strafsen Montmartre und Montorgueil sehr enge zusammen, die Strafse Traînée, welche die Circulation erleichtern könnte, hat nur Platz für zwei Wagen und auch dieses nur mit grofser Gefahr für die Fufsgänger, welche daselbst passiren. Die ganze Strecke der Strafse St. Denis, welche zwischen dem Markte des Innocents und dem Chatelet-Platze liegt, ist eben so schwer zugänglich und erst neuerdings sind drei Frauen daselbst verwundet, welche, überrascht von einem mit Bauholz beladenen Wagen, sich nirgends zurückziehen konnten. Bezüglich der Rue des Prouvaires, mag nun der Wagenverkehr daselbst zu grofs, oder die Ueberwachung nicht streng genug sein, bringt uns fast jeder Tag die Nachricht, dafs irgend Jemand umgeworfen oder verwundet ist.

Wir richten diese Bemerkungen an die Municipalität von Paris mit um so viel mehr Vertrauen, als wir recht wohl wissen, dafs es ihr nicht an Geld fehlt, wenn auch bisweilen an Urtheil."

Auch sprechen sich diese Berichte darüber aus, dafs man das Geld nicht blos verwenden, sondern auch in der nutzbringendsten productivsten Weise anlegen müsse.

Ein Bild dieser früheren Verhältnisse bot mir noch 1867 eine der belebtesten Strafsen im Quartier latin, wo die Regulirungen noch nicht durchgeführt waren. Es ging daselbst eine der benutztesten Omnibuslinien von dem Ausstellungsgebäude in der Richtung nach der Juni-Säule hindurch und reichten zwei sich begegnende, sich fast streifende Omnibus an beiden Seiten nahe an die weit übergebauten Holzhäuser; das Trottoir war dabei äufserst schmal und die Passage mehrfach gesperrt oder nur langsam möglich. Es war daselbst ein lebendiger Fufsgänger-Verkehr und, nach den dicht aneinander gereihten Läden zu urtheilen, derselbe auch ohne die Ausstellungszeit sehr entwickelt. Die Verhältnisse waren jedenfalls den obigen sehr ähnlich und die Möglichkeit eines so grofsen Verkehrs schwer zu begreifen.

Die engsten und am stärksten benutzten Strafsen unserer Königsstadt sind gegen diese Beispiele noch Muster von Strafsenanlagen.

Ferner waren 1840 die äufseren Boulevards bei schlechtem Wetter noch fast unpassirbar, obwohl die Bevölkerung aus den engen, schlecht gebauten Strafsen nach aufsen und vorzugsweise nach Westen drängte und nothwendigerweise das Anwachsen der Vorstädte neue Wege durch die enge winklige innere Stadt erzwingen mufste. Auch selbst 1867 zeigte letztere in manchen Strafsen noch so viel Schmutz und so ungesunde Verhältnisse, dafs dieses allein schon im sanitären Interesse der Gesammt-Bevölkerung zu einer grofsen Regulirung hätte führen müssen.

Wenn ich demnach die Nothwendigkeit der Umgestaltung für das alte Paris annehme und einen grofsen Theil der durchgeführten Stadtregulirungen als nicht zu umgehen ansehe, so will ich doch nicht die hastige, stürmische Art der Herstellung, welche nach den Unterbrechungen der Revolutionsjahre von 1848 eintrat, loben. Ich glaube vielmehr, dafs diese Art des Vorgehens national-ökonomisch sehr zu tadeln ist, da sie die nothwendigen Strafsenzüge zu unnöthig hohen Kosten herstellte (Beweis dafür ist der glücklich durchgeführte Bau des Boulevard Sebastopol), da ferner dieses übereifrige Vorgehen die Zahl der Bauarbeiter und Bauhandwerker in solchem Maafse rasch vermehrte, dafs sehr bald dafür die Arbeit fehlen mufste, womit meistens auch eine mangelhafte technische und handwerkliche Ausbildung in Verbindung steht.

Gewifs hat aber, zu der eiligen Umgestaltung der militärische Grund, breite Strafsen gegen die revolutionäre Bevölkerung der Hauptstadt zu besitzen, wesentlich beigetragen.

Die Strafsen haben in dieser Beziehung ihren Zweck verfehlt, wie die von Louis Philipp zum Theil aus demselben Grunde unternommene Befestigung, welche ihn selbst nicht schützte und 1871 der Commune wesentlich als Stützpunkt diente.

Ich will in militärischer Beziehung über den Werth solcher in Paris mit ungeheuren Kosten angelegten Befestigungen ein Urtheil nicht aussprechen, volkswirthschaftlich betrachtet, müssen dieselben bei dem unaufhaltsamen Wachsthum dieser Centralpunkte die Bevölkerung fortwährend enger aufeinander drängen, oder fortwährend neue grofse Kosten herbeiführen.

Für die Gesundheit der Bewohner ist der Zustand Londons vorzuziehen, welches, nach allen Seiten offen, der gesammten Bevölkerung und nicht blos den Reichen ein Vorschieben nach aufsen gestattet. Es liegt nach dieser Richtung keine Veranlassung vor, die Fabrikbevölkerung solcher Grofsstädte noch enger aufeinander zu häufen, als dieses an und für sich bereits geschieht, und haben auch wir keine Veranlassung, durch die Art des Wohnens unsere Bevölkerung an ähnliche Verhältnisse zu gewöhnen und zu ähnlichen Zuständen zu erziehen, wie dieselben in Paris in trauriger Weise sich gezeigt haben.

Paris wohnt verhältnifsmäfsig eng aufeinander gedrängt und in kleinen Räumen; der Salon ist für uns ein mäfsig grofses Wohnzimmer. Zu dieser Beschränkung haben aber aufser der Umwallung wesentlich die Verkehrsmittel beigetragen. Die Stadt hatte 1866 bereits 1810000 Einwohner und war seit 1851 fast um das Doppelte gestiegen, also wie Berlin augenblicklich und wie London zwischen 1861 und 1866 um etwa 50000 Einwohner per Jahr; dabei waren aber 1867 noch die Pferdebahnen verhältnifsmäfsig wenig entwickelt, während die Dampfbahnen in ähnlicher Entfernung vom Centrum der Stadt sich hielten, wie dieses in Berlin bisher der Fall war, und den Localverkehr nicht entfernt in der Weise unterstützen konnten, als dieses in London, zum Theil allerdings auch durch die locale Dampfschifffahrt, geschieht.

Was Paris an der Entwickelung dieser inneren, gerade für die Massen so geeigneten Verkehrsmittel abgeht, ersetzt es durch den Glanz der Erscheinung.

Interessant ist aber in Bezug hierauf in französischem Munde die Klage aus dem Jahre 1840, dafs die Bauwerke Napoleon's I. eisig und unbelebt seien, und lange Jahre hindurch fast nirgends ein Fortschritt sich gezeigt habe. Nachdem dann Gesundheits- und Verkehrsrücksichten die Verbreiterungen der Strafsen herbeigeführt hätten, da wären die alten, in Werkstein erbauten Hôtels alter Geschlechter verschwunden, um Miethskasernen aus Holz oder Gyps, bisweilen auch aus Stein, Platz zu machen, alle aber seien nüchtern

Digitized by Google

und der Eindruck kalt gewesen, und erst seit 7 bis 8 Jahren sei eine vollständige Revolution in dieser Beziehung eingetreten.

Wer würde damals die jetzige glänzende Umwandlung in kaum vier Jahrzehnten für möglich gehalten haben?

Worauf beruht nun aber für Paris der Glanz in der äufseren Erscheinung, der ja allerdings wesentlich eine Folge so vieler Neu- und Umbauten, aber doch auch nicht allein ist?

Es scheint mir dieses zu einem nicht unwesentlichen Theile in der Disposition der öffentlichen Gebäude zu liegen, auch wenn man von deren reicherer Ausstattung absieht, in einem gewissen Geschick, mit Tact die Strafsenzüge und die Gebäudedispositionen so einzurichten, dafs sie beide zu vollkommenerer Wirkung gelangen.

Wenn früher Berlin in dieser Beziehung auch vieles gethan hat, so tritt es in neuerer Zeit doch ebenso wie Wien und London gegen Paris zurück. Im Allgemeinen verursacht richtige Disposition nicht gerade nothwendigerweise Mehrkosten, vielmehr entspringt sie ohne dieselben meistens einem entwickelten architektonischen Sinne von selbst. Es soll hier auf die glänzenden Achsen von den Tuilerien zum Arc de l'Étoile, von der Madeleine zum Corps legislatif, von der École militaire über das Marsfeld nach der Jenabrücke und dem Platze des Königs von Rom, auf die Achse der grofsen Oper, von St. Augustin, von der Kirche de la Trinité, von St. Vincent de Paul und vom Strafsburger Bahnhof, sowie auf mehrere an Strafsenachsen liegende Brunnenwände nur aufmerksam gemacht werden, da dieses Alles den meisten von Ihnen bekannt sein wird.

London.

Die Entwickelung Londons hat besonders in dem letzten halben Jahrhundert zu colossalen Umgestaltungen gedrängt. Dieselben sind jedoch erst seit 1852 in grofsem Maafsstabe ausgeführt. Man fing an einzusehen, dafs der fabelhaft theuere Grund und Boden selbst in der City noch billiger sei, als die Zeit, welche bei Stockung und Störung des Verkehrs verloren geht. Es hat hier die Macht der Verkehrsentwickelung die Schwerfälligkeit alter Institutionen überwunden und zu einer Organisation geführt, welche die gröfsten Bauten mit Sicherheit und Glück gelöst hat. Es sind dieses vor allen die Canalisirung und Themseregulirung, Bauten, die auch gegen die umfassenden Strafsenregulirungen in Paris noch bedeutend genannt werden müssen. Nimmt man dazu noch die unterirdischen und oberirdischen Bahnen, welche zur inneren städtischen Verbindung dienen, nimmt man dazu die grofsartigen zahlreichen Brücken, welche die breite Themse überspannen, ferner die grofsen Strafsenregulirungen, wie der Viaduct von Holborn-Hill und den neuen Durchbruch durch Northumberlandhouse und andere Regulirungen, so mufs man gestehen, dafs selbst die Hausmann'schen Umgestaltungen hiergegen zurücktreten, sowohl was die Kosten als den Umfang der Arbeiten betrifft. Es ist dabei zu berücksichtigen, dafs die Strafsenregulirungen Hausmann's allerdings unmittelbar mit grofsen Ausgaben verknüpft waren, diese aber doch sehr wesentlich auf den angrenzenden Grundbesitz abgewälzt wurden.

Betrachtet man nun, wie diese grofsen Werke, welche wir jetzt bewundern, zu Stande kamen, so finden wir, dafs dieselben einestheils der Macht der Verhältnisse entsprangen, welche selbst schwerfällige Institutionen eines sehr zersplitterten Verwaltungs-Organismus nach langen Kämpfen überwanden, anderntheils von der Privat-Initiative oder Privat-Speculation hervorgerufen sind, wie die Systeme ober- und unterirdischer Eisenbahnen und die locale Dampfschifffahrt. Die grofsen städtischen Bauten der Canalisirung und Themseregulirung sind aber erst möglich geworden durch die Schaffung eines Metropolitan boards of works, einer einheitlich angelegten selbstständigen Verwaltung, welche zugleich repräsentativ ist und mit Genehmigung des Parlaments besteuern kann.

Bevor letztere Organisation geschaffen wurde, hatten sich 6 von der Regierung eingesetzte Commissionen in 9 Jahren nacheinander abgelöst, die eine hatte das wieder verworfen, was die andere als Grundlage annahm. Wenn auch alle in gewisser Richtung die Sache gefördert hatten, so gingen doch nach Humber alle an folgenden Ursachen zu Grunde: „Dilettantismus im Ingenieurwesen, verbunden mit einer gewissen Manie zu experimentiren; innere Zwistigkeiten in Folge von Lieblingsideen der einzelnen Commissions-Mitglieder; Mangel an Mitteln, um grofse Ideen auszuführen, ungeeigneter Regierungseinflufs und Uebermaafs an Beredsamkeit."

Es trat endlich die Nothwendigkeit der Entscheidung ein. In mehreren Jahren hatte die Cholera 18- ja 20000 Menschen hingerafft und konnte die Verbesserung ungesunder städtischer Districte nicht mehr aufgeschoben werden, welche nach ausgeführter Canalisirung auch nicht wieder Herde der Infection bildeten. Im Januar 1856 kam durch Benjamin Hall eine Parlaments-Acte zu Stande, welche das gegenwärtig noch bestehende Metropolitan board of works constituirte.

Diese Verwaltung besteht inclusive Präsidenten aus 45 Mitgliedern, welche von 39 Districtsämtern, und diese wieder von den Steuerzahlern gewählt werden. Die Districtsämter haben die Localverwaltung. Die Techniker sind Beamte jener repräsentativen Körperschaft.

Es ist dieser ganze Verwaltungs-Organismus ein Muster von Centralisation und localer Selbstverwaltung, dem durch sein Besteuerungsrecht auch die Mittel nicht fehlen.

Die Speculation, sowie die Eifersucht der concurrirenden Eisenbahn-Verwaltungen hat in London ein entwickeltes Eisenbahnnetz geschaffen, wie es grofsartiger nirgends existirt. Es ist auch das theilweise unterirdische locale Eisenbahnnetz auf dieselbe Weise entstanden, und bietet Paris auch nicht annähernd etwas ähnliches. Wie hier in Berlin anfangs Alles auf Centralbahnhöfe hindrängte, so hat auch Charles Pearson in London lange Jahre auf einen solchen Centralpunkt bei Farringdon Street hingearbeitet. Es bemerkt darüber Humber in seiner Zeitschrift sehr richtig, „dafs wenn derselbe die Ausführung seiner Idee erlebt hätte, er das Irrthümliche derselben, den ganzen Handel im Herzen von London zu concentriren, hätte einsehen müssen. Das Haupterfordernifs, welches durch Hindurchführen von Eisenbahnen für die Stadt erreicht werde, sei, die Strafsen von dem so ungeheuer angewachsenen Verkehr zu befreien."

Wenn wir nun aber auf die Entstehungsgeschichte dieser grofsen Anlagen näher eingehen, so dürfen wir nicht etwa denken, dafs alles dieses ohne Kämpfe, ohne eine Reihe ähnlicher Erscheinungen entstanden sei, wie die letzten Jahre

Digitized by Google

sie auch hier und zwar bei einem ganz ähnlichen Unternehmen gezeigt haben. Ich führe darüber mehrere Notizen früherer Jahre aus dem englischen Journal „Engineering“ an:

„Wir alle wissen, wie gering das Vertrauen in Fowler's System unterirdischer Eisenbahnen war.“

„Bevor die Metropolitan railway eröffnet wurde, waren manche, welche — und scheinbar nicht ganz ungegründet — versicherten, dafs diese Linie niemals einen Erfolg haben würde. Es wurde bestimmt behauptet, dafs das Publicum sich niemals an eine unterirdische Eisenbahn gewöhnen würde, dafs, ausgeschlossen vom Tageslichte, es sich widersetzen würde, zu fahren, es würde unmöglich sein, den Tunnel in genügender Ventilation zu erhalten, und dafs in Wirklichkeit die ganze Sache ein Mifserfolg sei. Wie nun erfahrungsmäfsig das Publicum sich an die Linie gewöhnt und dieselbe benutzt hat, wie nie zuvor eine Linie benutzt wurde, ist bekannt. Weniger bekannt ist allerdings, in welch hohem Maafse die ausgezeichneten Einrichtungen, welche durch Fowler's Urtheil geschaffen waren, dieses herbeiführten.“

Es wird ferner in einem früheren deutschen Berichte gesagt: „Dieses interessante Unternehmen hatte so lange Vorbereitungen erfordert, dafs das Publicum schon nahezu an dessen Vollendung verzweifelte.“

Wir, die wir das fertige Resultat vor uns sehen und bewundern, sind zu sehr geneigt, dergleichen anzusehen, wie die Griechen die Athene betrachteten, welche fertig aus dem Haupte des Zeus hervorsprang. Fern stehend den Schwierigkeiten und Kämpfen, ohne Kenntnifs der entfalteten Energie, fehlt uns der Maafsstab der Beurtheilung für die Leistung, auch der Nation, sowie wir den Genius vergangener Zeit nicht als etwas Werdendes zu betrachten gewohnt sind. Wo wir selbst, gerade hier in Berlin, noch so sehr im Werden begriffen sind, noch so sehr im Beginn neuer Umgestaltungen stehen, kann uns leicht der Maafsstab für die Sache selbst entgehen, können wir leicht ungerecht gegen uns selbst sein, weshalb ich auf den hiesigen Verhältnissen verwandte Erscheinungen hinzudeuten mir erlaubt habe.

Für die Canalisirung, für die noch grofsartigere Themse-Eindämmung ist es wesentlich Bazalgette gewesen, welcher die Schwierigkeiten mit nachhaltiger Energie überwunden hat, für die unterirdische Eisenbahn John Fowler.

Obwohl diese städtischen, zum Theil localen Eisenbahnen nebst den localen Themse-Dampfschiffen den Strafsenverkehr der innern Stadt sehr bedeutend entlastet haben, so hat man doch auch kostspieligeren Regulirungen sich nicht mehr entziehen können, und würde ohne die tief in die Stadt hineingeführten Eisenbahnen und das grofsartige locale Eisenbahnnetz dieses schon weit früher haben geschehen müssen. Dafs dieses Alles aber so spät kam, hat die Kosten sehr wesentlich gesteigert. Auch die Art, wie durch die Eifersucht concurrirender Eisenbahnen unabhängig von einander zuletzt jenes Netz von Eisenstrafsen geschaffen wurde, kann durchaus nicht als billig bezeichnet werden. Wie im alten Rom, so erreicht man auch in England stets das Ziel, aber bisweilen rücksichtslos gegen die Kosten, gegen die aufgewandten Mittel.

In den Verkehrsmitteln ist London Paris weit überlegen, aber wenn man von den grandiosen Brücken- und Uferbauten absieht, welche London in ganz eigenartiger Schönheit besitzt, steht es in künstlerischer Richtung und in der Disposition der öffentlichen Monumentalbauten in Beziehung zu den Strafsen und Plätzen wesentlich zurück. An Plätzen in der innern Stadt, welche mit Bäumen bepflanzt sind, sogenannten Squares, an Parkanlagen ist London zum Theil auch durch private Initiative eben so reich oder noch reicher wie Paris, und beide Berlin weit überlegen.

Aufserdem hat aber fast jeder Engländer sein kleines Gärtchen bei seinem Hause und sind die Wohnungsverhältnisse Londons in Folge der Verkehrsmittel und trotz seiner colossalen Gröfse, sowohl in Betreff der Billigkeit als der Gesundheit und des benutzten Raumes ein sehr erfreuliches Zeichen englischen socialen Lebens, worin London trotz seiner drei Millionen Menschen jeder andern Grofsstadt voransteht. Es zeigen sich hier deshalb auch die Arbeiterverhältnisse bei allen weitgehenden Kämpfen zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer nicht diese auf Zerstörung allen Staatswesens gerichteten Zustände, wie in Paris. Der englische Arbeiter trachtet nach Besitz, aber nicht nach Communismus. Durch die Verkehrsmittel wird auch bewirkt und durch die offene Stadt wesentlich unterstützt, dafs die Menschen nicht so dicht auf einander wohnen, wodurch manche schädliche Erscheinungen der Pariser socialen Verhältnisse von selbst verschwinden.

Die grofsen und sehr anzuerkennenden Bestrebungen von Louis Napoleon, dem Arbeiter billige und gute Wohnungen zu schaffen, haben nicht Gleiches erreichen können, als in England freie Vereinsthätigkeit und Speculation bewirkt haben.

Wien.

Wien, in der äufsern Entwickelung lange zurückgeblieben, hat erst in neuerer Zeit die Schranken, welche zum Nachtheil der Bewohner die inneren Festungswerke bildeten, zu zersprengen vermocht. Wesentlich militärische, auch revolutionäre Velleitäten berücksichtigende Gründe hatten nach 1848 eine Verstärkung der schon in den Franzosenkriegen als ungenügend erkannten Befestigung der innern Stadt und den Bau von 2 Defensiv-Kasernen an der Donau bewirkt, obwohl von 1800 bis 1850 die Bevölkerung von 220000 auf 431000, die Häuserzahl aber nur von 6739 auf 8898 gestiegen war. Die breite und noch durch Thore und Festungswerke sehr erschwerte Trennung der äufseren Vorstädte von dem inneren Kerne liefs auch jene zu einer Entwickelung nicht kommen. Erst Ende 1857 entschlofs sich der Kaiser Franz Joseph, die inneren Festungswerke frei zu geben, und ist das Terrain zum Theil unentgeltlich, zum Theil gegen geringe Entschädigung der monumentalen Entwickelung der Stadt gewidmet. Es mögen hierauf auch politische, bei der schwierigen Stellung Oesterreichs in Deutschland auf Repräsentation durch den Glanz der Kaiserstadt gerichtete Absichten mit beigetragen haben. Durch dieses immerhin grandiose und eigentlich nicht gerade unmittelbar etwas kostende Geschenk ist denn Wien auch zu einer der glänzendsten Städte Europa's geworden, deren Bild, obwohl gröfstentheils noch die beabsichtigten Monumentalbauten fehlen, ein durchaus selbstständiges, sowohl von Paris und London, als auch Berlin und den italienischen Städten wesentlich abweichendes Gepräge hat. Ferner ist diese Entwickelung, besonders allerdings die der Zukunft, sehr unterstützt durch die Beiträge zur Donau-Regulirung seitens des Staates und des Landes, welche mit der Stadt sich in die Kosten

Digitized by Google

theilen. Besonders hervorragend hat aber zu diesem Erfolge die Einrichtung der Verwaltung für diese Stadtregulirungen, sowie für die Disposition der öffentlichen Gebäude beigetragen. Eine unter dem Kaiser stehende Immediat-Commission hat in rascher und sicherer und deshalb auch verhältnifsmäfsig billiger Weise diese Stadtumgestaltung bewirkt, und dürfte dieses Vorgehen für ähnliche Verhältnisse musterhaft genannt werden.

Wenn auch Wien in neuerer Zeit in Folge privater, durch den Beschlufs der Weltausstellung noch gesteigerter Ueberspeculation in seiner finanziellen und wirthschaftlichen Existenz sehr geschädigt ist, so scheint doch das Gemeinwesen in Folge derselben nicht in hervorragendem Maafse, jedenfalls aber nicht durch die Stadtregulirungen gelitten zu haben.

Wenn ich hier Wiens Umgestaltung in etwas tadele, so wünsche ich damit zur Vermeidung solcher Fehler beizutragen. Schon oben habe ich auf den Tact hingedeutet, womit Paris mehr wie andere Städte seine monumentalen Gebäude in Bezug zu den Strafsenzügen disponirt hat. So viel Schönes nun auch der Wiener Ring bietet, so hat sich doch die Stadt ein sehr wesentliches Mittel zu charakteristischer Stadtgestaltung entgehen lassen. Es bildet fast kein neu projectirtes oder gebautes monumentales Bauwerk den wirkungsvollen Abschlufs irgend einer Strafsenachse, obwohl dieses leicht durchzuführen war, wenn man es überhaupt beabsichtigte. Auch können die zur Verbindung von Schlofs und neuen Museen, und wie es scheint aus obigem Grunde projectirten Triumphbögen keinen Ersatz dafür bieten, weil sie weder vom Opern- noch vom Franzens-Ring in ihren Achsen getroffen werden. Sehr leicht wäre es gewesen, diesen beiden zweckmäfsig etwas verschobenen Strafsen durch ein Mittelgebäude zwischen den Museen einen Gesichtspunkt zu geben, welcher die Achsen derselben architektonisch abgeschlossen hätte, sehr leicht wären ferner für den Rathhaus-Thurm und die Votivkirche solche Achsen geschaffen oder für die Carlskirche erhalten, wenn man den Colowratring nicht gegen letztere verbaut hätte. Ein Fehler dürfte es auch sein, dafs man nicht, den ersten Vorschlägen Förster's entsprechend, die Umgestaltung des Festungswalles unter Anschlufs an die Donau durchführte. Auch hier hat man die nothwendige Entwickelung der Verkehrsverhältnisse nicht aufhalten können.

Ich will jedoch darum diesen Regulirungen nicht zu nahe treten, deren Glanz noch in aller Gedächtnifs sein wird.

Wer Wien noch 1864 bei der Versammlung Deutscher Architekten und Ingenieure gesehen hatte, wo die Festungswälle bereits gefallen waren, konnte zur Zeit der Ausstellung nur staunen über das, was in dieser kurzen Zeit geleistet war. Damals stand es in seiner Entwickelung gegen Berlin noch wesentlich zurück, um so viel mehr aber vor der Beseitigung der Wälle, von welcher Zeit an der bedeutende Aufschwung Wiens in architektonischer Beziehung datirt. Hervorzuheben ist noch, in wie hervorragender Weise hier alle Monumentalbauten ausgestattet werden, ganz abgesehen von den Kirchen, wofür die Kirche selbst sehr reiche Mittel besitzt.

Berlin.

Wenn auch Berlin als wesentlich moderne Stadt in seinen früh schon mit weiser Vorsicht angelegten breiten Strafsen und Plätzen in bei weitem günstigerer Lage ist, als alle drei vorher genannten Städte vor ihrer Regulirung, so ist es doch an einem Punkte angekommen, wo aus Sparsamkeitsrücksichten schon die nothwendigen Umgestaltungen besonders in der innern Stadt nach einheitlichem Plane, wenn auch ohne Ueberstürzung, geschehen müssen. Es zwingt einestheils dazu die bereits beginnende Umgestaltung der Verkehrsmittel, es zwingt auch dazu die Disposition der in grofser Zahl nothwendigen öffentlichen Gebäude. Es zwingt ferner dazu die Ungesundheit mancher Stadttheile, die Verunreinigung der öffentlichen Wasserläufe und die damit in Verbindung stehende Ungesundheit der Luft; zum nicht geringen Theile wird dieses auch dadurch beschleunigt werden, dafs die Verwaltungen beinahe nicht mehr in der Lage sind, die Arbeit ferner zu thun, welche durch partielle Erledigungen einzeln auftretender Bedürfnifsfragen wesentlich bewirkt wird.

Wünschen wir uns dazu keinen Hausmann, sondern nur, dafs Verstand und gerader Sinn das Nothwendige zur richtigen Zeit thue, fürchten wir aber auch nicht das Urtheil der Menge, welches leicht die gute Sache verwirft mit dem Namen, den sie selbst irrthümlich derselben giebt.

Nach welcher Richtung wird nun aber die Entwickelung sich wenden, werden wir uns mehr englischem oder französischem Vorbilde anschliefsen, oder wird hier wie in Wien ein hochherziger Entschlufs der Krone oder gar der Staat für die Entwickelung mit eintreten müssen?:

Auf die Mithilfe dieses wie des Reiches werden wir nur so weit rechnen dürfen, als die geeigneten Gesetze und die Disposition der öffentlichen Gebäude von selbst eine Entwickelung der Stadt mit sich bringen. Es ist das allerdings bei der grofsen Zahl von durchaus unaufschiebbaren Monumentalbauten durchaus nicht wenig und bedarf es da nur der rechtzeitigen geistigen Arbeit, des rechtzeitigen Entschlusses.

Obwohl gleich Wien in und um Berlin ein grofser, wenig nutzbarer und fast ertragloser fiscalischer Besitz liegt, so glaube ich doch die Stadt stark genug, um bei obiger Unterstützung seitens der Staats- und Reichsbehörden durch eigene Kraft das Nothwendige zu thun, sofern es nur rechtzeitig geschieht und dadurch unnöthige Kosten erspart werden. Ich will damit nicht sagen, dafs nicht ein Jeder die Möglichkeit einer schöneren Stadtgestaltung mit Freude begrüfsen, die Stadt für diese Sache eine ähnliche Unterstützung wie in Wien mit Dankbarkeit annehmen würde, um so mehr, da der uns so sehr fehlende Schmuck der öffentlichen Plätze, da die in Paris und London so schönen und uns in dieser Anzahl fehlenden Squares und Parkanlagen der inneren Stadt gerade besonders der mittleren und weniger bemittelten Bevölkerung zu Gute kommen, während die Reichen eigene Gärten und eigene Parkanlagen vorziehen. So dankbar man aber dergleichen annimmt, man darf nicht darauf rechnen.

Der Bevölkerungszahl nach sind wir in ähnlicher Lage wie Paris 1851 und haben wir eine ähnliche Bevölkerungszunahme. Wir sind aber darin wesentlich voraus, dafs hier Fragen des Wohlergehens grofser Bevölkerungsklassen, dafs der Glanz der Stadtentwickelung wohl eine Sache der Fürsorge für die Dynastie bilden, niemals aber von Einfluss darauf sein, oder daran heranreichen kann. Wir können in Ruhe und ohne Hast schaffen, so wie es finanziell und volkswirthschaftlich am zweckmäfsigsten ist.

Digitized by Google

Wie London sind wir dagegen eine offene, ohne Grenzen ausdehnungsfähige Stadt, wie dort, sind wir jetzt im Begriff, der von Paris übernommenen äufseren Ringbahn die inneren localen Verbindungen hinzuzufügen, auch schaffen wir uns ein grofsartiges einheitliches, dem Londoner verwandtes System der Canalisirung.

Betrachten wir nun aber, meine Herren, die Zeit, welche diese sanitären, wirthschaftlichen und Verkehrseinrichtungen bei uns nöthig hatten, um zu Stande zu kommen, so entwickeln sich die Verhältnisse keinenfalls langsamer, als in anderen Grofsstädten, wenn auch diese in der Entwickelung etwas voraus sind.

Die Stadtbahn wie die Canalisirung haben bei weitem weniger lange Kämpfe wie in London erfordert, obwohl wie in London grofse Kraftanstrengungen dazu nöthig waren. Wir können deshalb auch mit Recht hoffen, dafs auch das übrige, was uns fehlt, in den Vorbereitungen sich rascher wie dort vollziehen wird. Es wirken darauf aufserdem verschiedene Gründe zusammen.

Die neu bei uns in der Durchführung begriffenen Verkehrsmittel werden allerdings in ihren Erfolgen selbst von manchen Gelehrtenkreisen vielfach noch nicht ganz verstanden und rufen ähnliche Urtheile wie früher in London hervor, aber sie werden trotzdem eine vollständige und tief einschneidende segensreiche, aber auch nothwendige Revolution in unserem wirthschaftlichen und Verkehrsleben der Stadt hervorrufen und zugleich deren Umbildung gerade in ihrem inneren Kerne erzwingen. Diese Revolution ist eine solche, welche grofse und tief greifende Schäden heilt und viel weiter einwirkt, als alle anderen in Vorbereitung befindlichen öffentlichen Anlagen.

Dafs diese, wie jede andere Revolution, welche altgewohnte Verhältnisse durchbricht, mannigfach schwer schon jetzt voraus empfunden wird, ist dabei nicht wunderbar, aber auch nicht zu umgehen. Sowie diese städtische Eisenbahn, abgesehen von der hervorragenden öffentlichen Bedeutung, wesentlich mit durch die Concurrenz der Eisenbahnverwaltungen entstanden ist und zwar unter dem Widerstande selbst von manchen gelehrten und hervorragenden technischen Kreisen, so wird sie auch durch die Concurrenz der anderen, nicht angeschlossenen Eisenbahn-Verwaltungen, sowie durch die Nothwendigkeit weiter wachsen; es werden sicher wenig über 10 Jahre vergehen, bis wir ein inneres einheitliches locales Eisenbahnnetz besitzen, wie es im Verhältnifs zur Gröfse keine Stadt der Welt besser und billiger haben wird. Auch hier wird die Macht der Verhältnisse sich stärker erweisen, als die Absichten der Menschen, und werden die Kräfte, welche in ihrem Zusammenwirken unter wesentlicher segensreicher Mitwirkung des Staates stark genug waren, das erste Glied ins Leben zu rufen, auch unter gleicher Mitwirkung stark genug sich erweisen, die weiteren Consequenzen herbeizuführen.

Der aus diesen Unternehmungen entspringende Gesammterfolg für die Stadt wird hauptsächlich Zeitersparnifs für die Arbeitskraft der Bewohner, gesundere und besonders auch billigere Wohnungen sein; gegen diese Vortheile selbst nur in finanzieller Beziehung fallen die Zinsen des allerdings bedeutenden erforderlichen Capitals nicht wesentlich ins Gewicht. Hierdurch können wir und werden wir es dahin bringen, dafs unsere Wohnungsverhältnisse nicht ungünstiger, wie in dem viel gröfseren London werden, womit auch eine ganze Reihe anderer Preisverhältnisse sinken mufs. Wer wird aber diese ferneren Kosten zuerst zu tragen haben? Bei einem so wesentlich städtischen Unternehmen würde dieses billigerweise die Stadt sein müssen, denn diese localen Dampf-Eisenbahnen sind wesentlich nichts anderes als Hauptstrafsen der Stadt; aber bei der Nothwendigkeit für die nicht an die Stadtbahn angeschlossenen Eisenbahnverwaltungen aus Concurrenzrücksichten in die Stadt hineinzugehen, wird diese voraussichtlich sich allen solchen Kosten entziehen können, welche nicht unmittelbar andere Vortheile für dieselbe im Gefolge haben und andere Verpflichtungen derselben zugleich lösen. Wir scheinen diese Verkehrseinrichtungen auf ähnlichem Wege wie London erreichen zu sollen, allerdings durch den Hinzutritt der Staatseisenbahn-Verwaltungen in noch einheitlicherer und wesentlich billigerer Weise. Wir sparen mit den Kopfstationen und Endstationen der innern Stadt die grofsen Bahnhofsanlagen in derselben, welche sich durchweg mehr nach aufsen verlegen, so dafs nicht, wie in Cannon Street und Charing Cross in London, die Züge umzukehren brauchen, sondern die innere Stadt nur durchschneiden. Die noch unfertigen Zustände bei uns erleichtern zur Zeit die Umgestaltung der Verkehrsmittel.

Unser bereits ziemlich entwickeltes Netz von Pferdebahnen, welches als Ergänzung der Dampfbahnen von wesentlichem Vortheil sein wird, dieselben aber nicht ersetzen kann, hat bis jetzt noch immer vergeblich in die innere Stadt einzudringen versucht, obwohl es gerade da von hervorragender Bedeutung sein würde. Mehrere Strafsendurchlegungen, welche die Stadtbahn von selbst herbeiführen wird, werden auch hierin Abhilfe schaffen können.

Diese Strafsendurchbrüche werden hauptsächlich dem innern Stadtkerne Luft schaffen und auch hier für die Arbeitskraft der Bewohner Zeit, also Geld, ersparen, sowie Unglücksfällen vorbeugen, welche bei den jetzigen Verhältnissen leicht vorkommen können und vorkommen werden, wenn nicht in wenigen Jahren Abhilfe geschafft wird.

Die Umbildung des Königsgrabens zu einer Wiener Ringstrafse wird wohl das erste Glied dieser Umbildungen sein, und wird er in seinem Werthe für die Nachbargrundstücke ausreichen, um einen neuen und schönern Platz für den Dom zu erwerben, was den übrigen Regulirungen zu Gute kommen wird.

Wir haben nach etwa 15jährigen, mit grofser Energie geführten und hoffentlich beendigten Kämpfen bereits einen nicht unbedeutenden Schritt in der Ausführung unseres grofsartigen Canalisirungsprojects vorwärts gethan, und werden manche Districte der Stadt damit wesentlich gesunder werden. Nach Ankauf der Wasserwerke wird die Stadt binnen wenig Jahren mit gesundem Wasser ausreichend versorgt sein, und werden auch die Wasserkünste in ausgiebigerer Weise gespeist und grofsartiger wie bisher angelegt werden. Viehmarkt und Schlachthaus-Anlagen existiren bereits und sehen letztere vielleicht einer baldigen Erweiterung und vollständigeren, in sanitärer Beziehung nothwendigen Benutzung entgegen; was uns aber fehlt und worin wir gegen London und Paris wesentlich zurückstehen, das sind die bedeckten, ständigen öffentlichen Märkte. Die in dieser Beziehung leider mifsglückten Versuche machen es möglich, die künftigen Markthallen

Digitized by Google

hoffentlich auch mit den neuen Verkehrsmitteln in ausreichende Verbindung zu bringen.

Gegen das für frühere Zeit so entwickelte Netz unserer Wasserverbindungen ist die neuere Zeit sehr zurückgeblieben. Es hat dieses zu einem grofsen Theile den hohen Preis unserer Baumaterialien bedingt. Aber auch hier scheint in nicht ferner Zeit Abhilfe bevorzustehen, welche zugleich unserer Industrie neuen Raum schafft. Hoffentlich wird zugleich auch unsere locale Dampfschifffahrt einen Aufschwung erfahren und dem localen Personenverkehr wesentlichen Nutzen bringen.

Bedenkt man, dafs wir augenblicklich in einem Entwickelungsstadium stehen, wie etwa London bei wesentlich gröfserer Bevölkerungszahl gegen 1830 und Paris bei gleicher Zahl gegen 1851, so wird man gern zugeben, dafs wir in wirthschaftlicher, sanitärer und Verkehrsentwickelung verhältnifsmäfsig sicher nicht zurückgeblieben sind, dafs wir zum Theil sogar einheitlicher diese Fragen lösen. Wir brauchen deshalb nach dieser Richtung keine Angst um unsere Zukunft zu haben, es kann sich nur noch darum handeln, ob wir auf verhältnifsmäfsig billige Weise dieselbe uns zweckmäfsig gestalten, ob wir durch baldige Disposition unnöthige Kosten ersparen.

Wird dieses aber bezüglich der künstlerischen Stadtgestaltung ebenso der Fall sein? Oder werden diejenigen Urtheile Recht behalten, welche besonders nach den Annexionen, aber auch jetzt noch bisweilen uns nur den praktischen, auf Verkehrs- und wirthschaftliche Zwecke gerichteten Sinn der Engländer zugestehen wollen und uns Wien und Paris gegenüber selbst die Fähigkeit für Kunst und Kunstgewerbe, sowie für künstlerische Stadtdisposition absprechen? Sollten wir in letzterer Beziehung zurückbleiben auch gegen die früheren schaffenden Kräfte auf demselben Gebiete, gegen Schlüter, Knobelsdorff und Schinkel? Unsere Nation hat auf so vielen Gebieten in klarer, consequenter Weise neu organisirt, die Resultate von Jahrhunderte alten Kämpfen gezogen, sie wird sicher auch auf dem Gebiete der Kunst und zwar auf einem so wesentlichen Gebiete derselben, künstlerischer Stadtgestaltung, nicht zurückbleiben. Sollten auch die jetzt schaffenden Kräfte zu Staub werden, ehe diese Umgestaltungen beginnen, sollten wir auch nur vorarbeiten denen, die nach uns kommen, die Nation, welche sich ihre jetzige Lage geschaffen hat, welche auf fast allen Gebieten, der Kunst wie der Wissenschaft, der Landesvertheidigung wie der gewerblichen Thätigkeit und der Ausnutzung seiner Bodenproducte neue Bahnen gebrochen hat, die wird sich auch das Kleid schaffen für ihren Reichsmittelpunkt, welches würdig ist, das Reich zu repräsentiren, würdig auch der Heimath Schinkels.

Wie in vielen anderen Dingen, so werden wir voraussichtlich auch bezüglich der Stadtgestaltung eine gewisse Mitte zwischen den benachbarten Nationen einnehmen, und auch hier die Resultate ihrer Erfahrungen und Leistungen ziehen. Dafs wir dieses auch auf dem Kunstgebiete unseres Faches und speciell auch bezüglich der architektonischen Umbildung unserer Stadt thun, dazu genügt, ist aber auch erforderlich, die richtige Verwendung aller schaffenden Kräfte durch einheitliche Organisation der bezüglichen Verwaltungszweige.

Musterhafte Vorbilder sind dafür bezüglich städtischer Anlagen das Londoner Metropolitan board of works und für allgemeine Regulirungen noch mehr die Wiener Immediat-Commission. Besonders die letzte hat für die Stadtumgestaltung einen Wetteifer der schaffenden Kräfte hervorgerufen, wie ihn Wien wohl nie zuvor gesehen hat, und auf einem Felde, wo lange Jahre grofse Resultate nicht zu Tage getreten waren, Hervorragendes geschaffen.

Auch bei uns ist das Feld der Thätigkeit ein grofses. Mag dieses der Jetztzeit, mag es den nach uns kommenden vorbehalten sein, jedenfalls wird das ideale Streben aller Architekten, das Streben nach künstlerischer Wahrheit auch auf den Gebieten Schinkels der Stadt zur Ehre gereichen, sobald nur freie Bahn und freie Entwickelung geschaffen wird. Es ist nicht das Geld, was uns fehlt, und dafs die Kräfte uns nicht fehlen werden, das bezeugt uns Aelteren schon das Streben und die Leistungen unserer sich entwickelnden architektonischen Jugend.

Aber auch ohne diese Freiheit der Bewegung wird uns die Pflichterfüllung, wird uns die Arbeit nicht reuen, die uns Genufs ist, sowie sie es Schinkel war.

In etwas anderer Form drückt dieses der Wahlspruch aus, welchen Schinkel selbst seinen Kindern aufsetzte, womit er in schöner Weise auch die Pflicht im Streben, die Pflicht, dessen Widerstände zu beseitigen, ausspricht:

> „Unser Geist ist nicht frei, wenn er nicht Herr seiner Vorstellungen ist; dagegen erscheint die Freiheit des Geistes bei jeder Selbstüberwindung, bei dem Widerstande gegen äussere Lockung, bei jeder Pflichterfüllung, bei jedem Streben nach dem Bessern und bei jeder Wegraumung zu diesem Zwecke. Jeder freie Moment ist ein seliger."

Nach dieser mit Beifall und Interesse verfolgten Rede begann das Festessen, bei welchem der erste Toast, in schwungvoller Rede von Herrn Baumeister Ende ausgebracht, dem Schinkel'schen Geiste galt. Auch sonst noch wurde das Mahl durch die Verlesung eingelaufener Telegramme, durch die von Herrn Baumeister Appelius in launigster Weise gehaltene Deutung einer geistreich componirten Tischkarte, sowie endlich durch die Aufführung eines Stückes „Filippo Brunelleschi" vielfach unterbrochen und gewürzt, wobei nur zu bedauern blieb, dafs die Hitze des Saales und die bereits sehr vorgerückte Zeit bei einem grofsen Theil der Gäste es zu einer rechten Würdigung dieser letzteren Gabe nicht kommen liefs.

Digitized by Google

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Versammlung am 12. Januar 1875.

Vorsitzender: Hr. Streckert.

Herr Hartwich machte speciello Mittheilungen über den Bau der von ihm bereisten Rumelischen Eisenbahnen. Auf Veranlassung mehrerer Haupt-Actionaire der Société Impériale des chemins de fer de la Turquie d'Europe war zur Bereisung und Begutachtung der Rumelischen Bahnen von Constantinopel nach Adrianopel, Philipopel, Bellowa (Saremby), und Adrianopel-Dedeagatsch am Aegäischen Meere, eine Commission zusammengetreten, welche aus dem Freiherrn von Weber, technischen Consulenten des Kaiserl. Königl. Handelsministeriums in Wien, dem Königl. Bayerschen Eisenbahn-Bau-Director Röckl und dem Vortragenden bestand. Veranlassung zu dieser Untersuchung waren Differenzen zwischen der Türkischen Regierung und der vorgedachten Gesellschaft über die planmäfsige und tüchtige Herstellung der gedachten Bahnlinie. Zwischen den Commissionsmitgliedern und den Auftraggebern wurde die Aufgabe der Commission dahin präcisirt: dafs 1) festzustellen sei, ob die gedachten Bahnen nach den genehmigten Plänen, nach den Verträgen und nach den Regeln der Kunst und Technik tüchtig ausgeführt seien; 2) wurde auch eine Aeufserung über die Betriebsfähigkeit und Sicherheit gewünscht. Nach vollständiger Orientirung über die Lage der Angelegenheit nach den den Commissarien in Constantinopel vorgelegten Papieren und Zeichnungen wurde die Reise mit einem besonders zweckmäfsig zur Revision eingerichteten Zuge angetreten, wobei alle genehmigten Pläne, Nivellements und Zeichnungen vorlagen. Um die erforderliche Auskunft zu ertheilen, hatten sich der Bereisung angeschlossen: der General-Baudirector der Bahnen Lang, der General-Secretair Dietz, der Betriebs-Director der Bahn Küneman, aufserdem die Ingenieure und Oberbeamten der verschiedenen Bahnstrecken, sämmtlich Deutsche.

Die Bereisung erstreckte sich auf die im Betriebe befindlichen Linien

Constantinopel-Adrianopel	318 Kilometer.
Adrianopel nach Dedeagatsch am Aegäischen Meere	148 -
Adrianopel-Bellowa	243 -
	709 Kilometer.

Aufserdem wurde auch noch ein Theil der vollendeten, derzeit noch nicht eröffneten 106 Kilometer langen Linie befahren, obschon diese Befahrung aufser der Aufgabe der Commission lag. Bei den weiteren Ausführungen legte der Vortragende den von der Commission erstatteten Bericht zum Grunde.

Dieser Bericht erörtert zunächst die Tracirung der Linien und hebt hervor, dafs dieselbe überall als die wichtigste und schwierigste Aufgabe einer Eisenbahn-Anlage zu betrachten sei. Nicht nur die Baukosten jeder Linie würden durch eine richtige Tracirung vorzugsweise bedingt, sondern auch die Unterhaltungskosten, die Betriebsfähigkeit der Bahn, etwaige zeitweise gänzliche Unterbrechungen des Verkehrs, überhaupt das Gedeihen des ganzen Werkes seien von dieser ersten Arbeit vorzugsweise abhängig. Sei eine zweckmäfsige Tracirung in cultivirten Ländern unter Zugrundelegung vorhandener Pläne und Messungen schon überaus schwierig und würden hierin gerade oft grofse Fehler begangen, so sei dieselbe in einem wüsten, völlig unbekannten, jedes Anhaltspunktes entbehrenden, viele Meilen weit menschenleeren oder von einer zu allen Verbrechen geneigten Bevölkerung bewohnten, theils wasserleeren, theils von glühender Hitze, ebenso wie von wilden Stürmen und von wochenlang anhaltenden Regengüssen heimgesuchten Lande zu den allerschwierigsten Aufgaben der Ingenieurkunst zu zählen. Von solchen Gegenden handele es sich hier, in welchen in einem Zeitraume von drei Jahren 815 Kilometer Eisenbahnen hergestellt sind. Nachdem der Führung der Bahn von ihrem Anfangspunkte in Constantinopel am Bosporus durch die Stadt längs der Küste des Marmara-Meeres bis zur Mauer bei Indikule, und der sehr schwierigen Ueberschreitung der Wasserscheide zwischen dem Schwarzen und dem Marmara-Meere gedacht ist, wo Steigungen von 1 : 67 und Dämme bis zu 20 Meter Höhe nicht vermieden werden konnten, wird in dem Berichte zur Tracirung in den Flufsthälern des Tschorlu-Dere, besonders aber der Mariza, welche die ganze Linie von ihrem Endpunkte bei Bellowa am Balkan, über Philipopel und Adrianopel bis Dedeagatsch am Aegäischen Meere beherrscht, übergegangen und nachgewiesen, dafs die Tracirung ganz den Verhältnissen und den wilden Flufsthälern entsprechend bewirkt sei, dafs es als absolut nothwendig betrachtet werden mufste, die Höhenränder der Flufsthäler innezuhalten, dafs eine Durchschneidung der Thal-Ebenen absolut unthunlich war, dafs in den kurzen Strecken, wo man dies in etwas zu kühner Weise versucht hatte, völlige Umbauten nothwendig wurden. Die der Trace gemachten Vorwürfe, dafs unnöthige Curven behufs Erzielung geringerer Baukosten und Herstellung einer gröfseren Kilometerlänge ausgeführt seien, mufsten nach genauer Revision aller angezweifelten Stellen als nicht zutreffend bezeichnet werden. Es wurde vielmehr constatirt, dafs bei der gewählten Trace durch Reducirung der Erdarbeiten und Bauwerke auf ein Minimum grofse Ersparnisse in der Unterhaltung und Sicherheit des Betriebes erzielt seien. Besonders erörtert der Bericht, dafs die Tracirung ganz den durch die Türkische Regierung festgestellten Plänen und Nivellements entspricht.

Die Erdarbeiten bezeichnet der Bericht überall als den genehmigten Plänen, den Arbeitsvorschriften und Dimensionen entsprechend, sorgfältig und kunstgerecht ausgeführt; besondere Schwierigkeiten haben die hohen Dämme in der Ueberschreitung der Wasserscheide bei Smeckly zwischen dem Schwarzen- und Marmara-Meere verursacht, wo nach einjährigem Bestehen der hohen Dämme der Untergrund, durch lange anhaltende Regenzeit erweicht, die Last nicht mehr zu tragen vermochte, so dafs zur Beseitigung der entstehenden Rutschungen grofsartige Arbeiten ausgeführt werden mufsten, wobei mit Umsicht und Sorgfalt verfahren ist. Auch die Böschungen sind in einer der Bodenart und dem Klima entsprechenden Weise befestigt, und in den Flufsthälern, wo es nöthig ist, mit Pflasterungen und Pflanzungen versehen.

Bezüglich der Wegeübergänge, Einfriedigungen und Signale erörtert der Bericht, dafs man in einem Lande, wo die Transporte gröfstentheils durch Caravanen von Kameelen und Saumrossen bewirkt sei, und wo man meilenweit oft keine

Digitized by Google

Spur von Bevölkerung oder irgend bemerkbarer Wege-Anlagen erblicke, nicht den Maafsstab civilisirter Länder anlegen dürfe. Wo sich das Bedürfnifs gezeigt habe, seien entsprechende Barrièren angelegt und mit Wärtern bedient. Eine einfache elektrische Telegraphenleitung von Siemens & Halske sei längs aller Linien angelegt. Die Längen-Bezeichnungen seien noch zu verbessern.

Bezüglich der Brücken-Anlagen wird angeführt, dafs die genehmigten Projecte Holzbrücken, die sogar hölzerne Widerlager haben, vorschreiben. Die ersten Brücken wurden in dieser Weise aus Steiermärkischem Holze ausgeführt. Später hat man da, wo man Steinmaterial haben konnte, massive Widerlager und ganz massive Bauwerke mit grofser Sorgfalt ausgeführt. Die geringe Dauer besonders des fremdländischen Holzes bedingt in kurzer Zeit Ergänzungen. Als besonders gelungen bezeichnet der Bericht die grofsen eisernen Fachwerks-Brücken über die Mariza bei Kullely Burgas, sowie auch die unweit Tirnowa auf der Jamboly-Linie. Alle Brücken entsprechen den genehmigten Plänen.

Vom Oberbau wird hervorgehoben, dafs derselbe mit Sorgfalt auf gutem Ballast nach den Regeln der Kunst den Verträgen entsprechend ausgeführt sei. Die anfänglich gelegten kiefernen Schwellen werden successive durch eichene ersetzt. 227 Kilometer der Bahn, von Constantinopel aus, sind mit Stahlschienen von $7{,}_{63}$ m Länge, $0{,}_{11}$ m Höhe, 25 Kilogr. Gewicht pro Meter, der ganze übrige Theil mit Eisenschienen von $6{,}_{54}$ m Länge, $0{,}_{13}$ m Höhe und 34 Kilogr. Gewicht pro Meter, versehen. Alle Stöfse sind mit guten Laschen verbunden. Die sorgfältige Ausführung mit Anwendung zweckmäfsiger Ueberhöhungen entspricht durchaus allen Anforderungen der Sicherheit.

Der Bericht beschreibt ferner die Lage und Vertheilung aller Stationen, hebt bei der Einrichtung, besonders der Zwischenstationen, hervor, wo die Bedürfnisse der Einwohner die sorgfältig für männliche und weibliche Personen getrennten Räumlichkeiten grofsentheils entbehrlich mache, da die Bevölkerung die freie Luft vorziehe. Weichen, Drehscheiben, Schiebebühnen sind nach deutschen Mustern grofsentheils von deutschen Fabriken, zum Theil von der Cölnischen Maschinen-Bau-Anstalt ausgeführt.

Die Station Constantinopel konnte nur zum kleinen Theil nach dem festgestellten Plane ausgeführt werden, da die Türkische Regierung der vertragsmäfsig übernommenen Verpflichtung zur Herstellung eines Quais am goldenen Horn noch nicht nachgekommen ist, wodurch jede Entwickelung des Verkehrs behindert wird. Ebenso wird in Dedeagatsch am Aegäischen Meere die Entwickelung durch die von der Regierung auszuführende Anlage eines grofseren Hafenbassins bedingt, welches Schiffen bedeutenderen Tiefganges Raum und das Anlegen an Quais gewähren würde. In Constantinopel hat die Gesellschaft massive unterkellerte Güterschuppen in äufserst solider Construction und grofsem Umfange hergestellt. In Dedeagatsch waren dergleichen grofse Anlagen mit eisernen Säulen und Trägern in der Ausführung begriffen. Die entfernte Lage der Stationen, besonders bei Adrianopel und Philipopel, hat zu Ausstellungen Anlafs gegeben; diese Stationen sind jedoch wie alle übrigen nach den von der Regierung genehmigten Plänen unter deren Controle ausgeführt. Die Lage wird durch Rücksichten auf Localität und Entwickelung motivirt.

Der Bericht constatirt, dafs die von der Société Impériale des chemins de fer de la Turquie d'Europe erbauten, von Constantinopel ausgehenden Eisenbahnen den von der Ottomanischen Regierung genehmigten Plänen und Vorschriften, den Regeln der Technik entsprechend in solcher Weise ausgeführt worden sind, welche die Durchführung eines gesicherten Betriebes, selbst von weit gröfserem Belange als des gegenwärtigen, gestattet. Bezüglich der Aufgabe ad 2) wird angeführt, dafs dieselbe zum Theil durch den ersten Theil des Berichts erledigt sei. Es werden die vorhandenen und noch zu beschaffenden Betriebsmittel bezeichnet und wird hervorgehoben, dafs dadurch dem jetzigen und auch späteren Bedürfnifs genügt sei, dafs alle Betriebsmittel nach dem dem Berichte angeschlossenen Verzeichnisse in Dimensionen und Construction, den Vorschriften des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen gemäfs, von guten deutschen, ungarischen und französischen Fabriken geliefert, sauber, solide ausgeführt und sachgemäfs erhalten sind, so dafs die im Betriebe befindlichen bereiseten Eisenbahnlinien nach Trace, Bau-Anlage und Ausrüstung mit Betriebsmitteln vollständig geeignet sind, einen Betrieb durchführen zu lassen, der an Masse, Schnelligkeit und Sicherheit den auf andern gut gebauten und administrirten eingeleisigen Bahnen völlig gleichkommt.

Nachdem der Vortragende den Inhalt des von der erwähnten Commission erstatteten Berichtes ausführlich erörtert hatte, knüpfte derselbe noch einige Bemerkungen über die türkischen Eisenbahn- und Verkehrs-Verhältnisse an, welche derselbe aus eigener Anschauung gewonnen hat. Obwohl im Allgemeinen angenommen werde, dafs Deutschland nach seiner geographischen Lage von der bevorstehenden unermefslichen Entwickelung dieses herrlichen Landes nur schwer und in zweiter Linie Vortheile erlangen könne, so seien die hier ausführlich beschriebenen Anlagen als ein Beispiel zur Widerlegung dieser Anschauung zu betrachten. Unter der Leitung des genannten General-Bau-Directors sei durch deutsche Ingenieure und Beamte das 815 Kilometer umfassende zusammenhängende türkische Central-Bahnnetz in dem aufserordentlich kurzen Zeitraume von etwa 3 Jahren hergestellt. Die gesammten Linien werden unter deutscher Betriebsleitung unterhalten, verwaltet und betrieben. Ist es deutschem Fleifse, deutscher Zuverlässigkeit und Umsicht gelungen, so Bedeutendes unter den obwaltenden Verhältnissen zu leisten, so sind besonders die Folgen beachtenswerth, welche die deutsche Verwaltung für die deutsche Industrie gehabt hat. Von den im Betriebe befindlichen 63 und den bestellten, in der Anlieferung begriffenen Locomotiven entfallen auf die Hannover'sche Maschinenbau-Anstalt 46, auf die Münchener Bau-Anstalt von Kraus 20, also auf deutsche Fabriken 66, ferner auf die Oesterreichische Bau-Anstalt von Sigl 10, auf Creuzot in Frankreich 3, auf Belgien (Tubize) 4. — Die im Betriebe befindlichen 235 Personenwagen sind vorzugsweise in Belgien und von der Oesterreichischen Südbahn gefertigt. Der an Pracht alles überbietende, aus 8 zusammenhängenden Wagen bestehende Zug des Sultans, welcher die kaiserlichen mit denen des Harems in Verbindung stehenden Räume, Küchen u. s. w. enthält, wurde von der Französischen Nordbahn geliefert. 18 Personenwagen sind in Bestellung gegeben bei Kramer Klett in Nürnberg. Von den im Betriebe und Anlieferung befind-

Digitized by Google

lichen 798 gedeckten Güterwagen entfallen 300 auf die Wagenbau-Anstalt in Nürnberg, bei welcher auch 100 Stück ausschliefslich zum Transport von Schafen bestimmte Wagen bestellt sind. Der gesammte Güterwagenpark besteht aus 1822 Stück, von welchen viele in Ungarn, Belgien und selbst in der bei Constantinopel in Jedikule von der Gesellschaft neu, gröfstentheils mit deutschen Handwerkern eingerichteten Betriebswerkstatt gebaut sind.

Die ausschliefsliche Thätigkeit deutscher Verwaltung und die umfangreiche Theilnahme der deutschen Industrie an diesem Central-Bahnnetze der Türkei mufs in der That überraschen und als hochwichtig bezeichnet werden. — Der Bosporus in Verbindung mit dem goldnen Horn ist auch ohne Rücksicht auf die herrliche Natur wohl unbestreitbar der schönste Hafen Europas. Betrachtet man die unermefslichen, nach Millionen zählenden Summen, welche von Bujukdere bis zum goldnen Horn auf unzählige kaiserliche Paläste verwendet sind, so mufs es Jedem, der seine Beobachtungen vorzugsweise dem Verkehrswesen zuwendet, vollständig unbegreiflich erscheinen, dafs in diesem herrlichen Hafen, wo die gröfsten englischen, österreichischen, französischen und italienischen etc. Dampfer bei unbeschränkter Tiefe gegen jede Gefahr geschützt, ankern, jegliche auch noch so einfache Quai-Anlage oder Auslade-Vorrichtung fehlt. Es würde zu weit führen, das wirre, ungeregelte Treiben bei Entladung der Schiffe zu beschreiben. Um nur ein unbestreitbares Factum anzuführen, mag zur Beurtheilung der Verhältnisse erwähnt werden, dafs unter andern der Schiffstransport der zahlreich verwendeten Dachpfannen von Marseille bis in den Bosporus eben so viel kostet, wie das Ausladen aus den Schiffen bis ans Ufer in Constantinopel. Wenn es der türkischen Regierung genehm sein wird, die bereits erwähnte contractliche Verbindlichkeit zur Anlage eines Quais an der Eisenbahnstation zu erfüllen, so darf dort eine aufserordentliche Entwickelung erwartet werden. — Die Fortsetzung dieses Central-Bahnnetzes über Bellowa hinaus nach Bazias resp. Belgrad, mit Verbindung mit der von Salonichy ausgehenden Linie soll dem Vernehmen nach durch türkische Ingenieure bewirkt werden, auch waren schwache Anfänge bei Bellowa bemerklich. Diese Verbindung wird die kürzeste directe Eisenbahntour von Wien nach Constantinopel herstellen. — In näherer Aussicht steht der Anschlufs von Jamboly nach der Rustschuck-Varnaer Linie bei Schumla. Nach Herstellung dieser Verbindung wird man (mit Vermeidung der selten practicabeln Donau-Reise und der überaus widerwärtigen, vernachlässigten Fahrt über das Schwarze Meer) von Bazias aus über Orsowa, Verzirova, Bucharest, Giurgewo, Rustschuck, Schumla, Jamboly direct nach Constantinopel gelangen können. Möge es auch dort den Deutschen gelingen, ihre Thätigkeit und Umsicht zu entwickeln.

Herr Bartels macht sodann auf einen Vortrag „über die festen Eisenbahnsignale" aufmerksam, welcher von Mr. Rapier in der Institution of Civil Engineers in London gehalten, mit den daran sich knüpfenden Discussionen veröffentlicht ist. Nach Erwähnung der älteren Signale und der Weichen — selbstthätigen — und hörbaren Signale wird insbesondere Ausbildung und Construction der sog. Interlocking apparatus, sowie deren Verbindung mit den Weichen, und der Verschlufs derjenigen Weichen, welche gegen die Spitze befahren, oder bei im Niveau abzweigenden Bahnlinien angelegt werden, ferner die Vorrichtungen, um Bruch der Stangen oder falsche Weichenstellung auf dem Signalbox anzuzeigen, beschrieben und die mannigfachen Systeme durch Zeichnungen erläutert. Die allgemeinen Grundsätze für das Signalwesen werden entwickelt, die Vortheile der Interlocking apparatus für grofsen Betrieb an speciellen Bahnen gezeigt und schliefslich die Kosten unter Zugrundelegung der 14 ersten Bahnen Englands ermittelt. Letztere haben bei 10160 engl. Meilen Länge 19394 Weichen in den Hauptgeleisen und dazu 96970 Hebel, oder 10 Hebel pro engl. Meile. Pro Meile oder 10 Hebel betragen die Anlagekosten 250 £ oder $^1/_2$ % der Gesammt-Anlagekosten, die jährlichen Unterhaltungskosten 100 £ oder $2_{,,}$ % der Brutto-Einnahme. Insbesondere interessant ist das Buch wegen der darin niedergelegten Anschauungen, welche von den unsrigen mitunter abweichen, aber sehr klar und sachgemäfs zumal für die englischen Eisenbahnverhältnisse bezeichnet werden müssen.

Am Schlusse der Sitzung wurde in üblicher Abstimmung Hr. Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Reuter als einheimisches ordentliches Mitglied in den Verein aufgenommen.

Versammlung am 9. Februar 1875.

Vorsitzender: Hr. Streckert. Schriftführer: Hr. Mellin.

Herr Reuleaux hält nachfolgenden, auszugsweise wiedergegebenen Vortrag:

Die Maschine betrachtete man bisher als Resultat von Combinationen, welche durch den Scharfsinn Einzelner aufgestellt und ausgeführt wurden; die Menge der möglichen Combinationen schien unbegrenzt; auch ist die Fülle der Mechanismen, wie die Zahl der Anwendungen fast ins Maafslose gewachsen, so dafs es unmöglich wird, nach der bisher üblichen Auffassungsweise auch nur einigermaafsen einen Ueberblick festzuhalten.

Die Untersuchungen des Vortragenden lieferten nun das Resultat, dafs alle diese mannigfachen Combinationen nicht willkürlich sich gestalteten, sondern nach festen Gesetzen sich bilden. Die Auffindung dieser Gesetze erfordert allerdings eine gewisse Schulung, dann aber gewähren dieselben für die Lösung der Aufgaben aufserordentliche Erleichterung. Die Kinematik verfolgt nun den Zweck, die allgemeinen Gesichtspunkte, unter denen die Maschine in die Erscheinung tritt, aufzufinden, um das Gesetzmäfsige in der grofsen Mannigfaltigkeit, die sich darbietet, festzustellen. Die Maschinen-Kinematik oder Maschinen-Getriebelehre ist also die gesammte Lehre von der Zusammensetzung der Maschine. Die Maschine ist eine Verbindung widerstandsfähiger Körper, welche so eingerichtet ist, dafs mittelst ihrer mechanische Naturkräfte genöthigt werden können, unter bestimmten Bewegungen zu wirken. Diese widerstandsfähigen Körper können nun bewegliche oder unbewegliche Körper sein und die beweglichen Körper bestimmte Bewegungen vollziehen, und es handelt sich bei der Herstellung einer Maschine, diese bestimmte Bewegung zu erzwingen, wozu wiederum gröfsere oder geringere Kräfte erforderlich sind.

Die Kinematik ist nun die Wissenschaft von derjenigen besonderen Einrichtung der Maschine,

Digitized by Google

vermöge deren die gegenseitigen Bewegungen in derselben, soweit sie Ortsveränderungen sind, zu bestimmten Bewegungen werden. Die Träger der Kräfte, durch welche die bewegten Punkte einer Maschine veranlafst werden, ihre Bewegungen auf bestimmt beabsichtigte einzuschränken, sind Körper von geeigneter Widerstandsfähigkeit, ebenso gehören die bewegten Punkte selbst solchen Körpern an. In der Maschine werden demnach die bewegten Körper durch sie berührende Körper verhindert, andere als die gewünschten Bewegungen zu vollziehen. Diese Berührung mufs nun, wenn die Aufgabe stets gelöst sein soll, unausgesetzt stattfinden, was gewisse Eigenschaften der sich berührenden Körper voraussetzt; zur näheren Erörterung dieser Eigenschaften seien die Körper zunächst als vollkommen widerstandsfähig und ohne eine Rücksicht auf ihre Masse angenommen, so dafs sie für diese Betrachtungen nur geometrische Eigenschaften haben.

Um einen bewegten Körper A von gegebener Form mit einem ruhenden B in steter Berührung zu erhalten, mufs der letztere eine bestimmte Form haben; diese findet man, indem man den bewegten Körper A in alle aufeinander folgende Lagen bringt, die er gegen B annehmen kann, und so die von diesen Lagen der körperlichen Figur A eingehüllte Figur bestimmt. Das geometrische Gebilde, als welches hiernach B herzustellen ist, heifst die Umhüllungsform zu dem bewegten Körper A. Die Beziehung, welche jetzt B zu A hat, gilt nun aber auch von A gegen B; d. h. A ist nun auch Umhüllungsform zu B. Das Verhältnifs ist also ein gegenseitiges. Zur Umhüllung eines bewegten Körpers ist mindestens ein anderer Körper nöthig; es sind aber wenigstens immer zwei Körper zusammengehörig, welche gegenseitig das Verhältnifs der Umhüllung zu einander haben. Die Maschine besteht nun aus lauter solchen paarweise zusammengehörigen Körpern, welche die eigentlichen kinematischen oder getrieblichen Elemente der Maschine bilden. Der Zapfen und das Lager, die Schraube und die Schraubenmutter sind solche Paare von Elementen.

Die kinematischen Elemente der Maschine kommen somit nicht einzeln, sondern immer nur paarweise zur Verwendung, d. h. die Maschine besteht nicht sowohl aus Elementen als aus Elementenpaaren. Die Kinematik hat die Aufgabe, diese Elemente wissenschaftlich zu bestimmen, nicht nur sie aus der Erfahrung und empirisch herzuleiten und zusammenzustellen, wie es bisher den Anschein hatte. Scheinbar stellt sich die Anzahl dieser Elementenpaare als unendlich dar, in Wirklichkeit aber ist diese Zahl wesentlich beschränkt.

Ist ein kinematisches Elementenpaar gegeben, so kann man mittelst desselben dadurch eine bestimmte Bewegung erzielen, dafs man das eine der beiden Elemente festhält oder feststellt, d. h. gegen ein gegebenes Raumsystem, welches als Ausgang der Bewegungsbetrachtung gewählt wird, zur Ruhe bringt. Das andere Element bleibt dann beweglich, aber nur in der einzigen, dem Paare eigenthümlichen Weise. Seine Relativbewegung zu dem zugehörigen Elemente wird dann eine absolute Bewegung in jenem Raumsysteme. Ein Elementenpaar mufs die Bedingungen erfüllen, dafs

1. das eine Element gegen das als ruhend angenommene Raumsystem festzustellen ist;

2. das Element so geformt sei, dafs es die Umhüllungsform des beweglich gelassenen anderen Elementes an sich trägt; und

3. diese Umhüllungsform so beschaffen sein mufs, dafs sie alle Bewegungen des zweiten Elementes aufser der geforderten verhindert.

Alle Paare von geometrischen Formen, welche den beiden letzten der obigen Bedingungen entsprechen, haben das eine gemein, dafs sie Umhüllungsformen und zwar gegenseitige Umhüllungsformen zu der gegebenen Bewegung sind; sie können dabei mehr oder weniger einfach sein und ist es selbst denkbar, dafs die beiden Bedingungen auch erfüllt werden können, wenn das eine der Elemente das andere nicht blos umhüllt, sondern auch noch umschliefst, d. h. seine Hohlform oder Gegenform zur Form hat, beide Formen also geometrisch identisch sind. Ein solches Körperpaar heifst ein Umschlufspaar.

Die Umschlufspaare unterscheiden sich durch Einfachheit von den Paaren, deren Elemente nicht identisch in der Form sind. Zwei ein Umschlufspaar bildende Körper decken einander mit ihren Flächen; an diesen Flächen kommen daher unendlich viele einander deckende Curven vor und unter diesen können sich solche befinden, in deren jedesmaliger Richtung die einzige mögliche Bewegung vor sich geht, die also auf einander gleiten. Hebt man zwei dieser einander deckenden Gleitcurven heraus, die eine dem einen, die zweite dem anderen Elemente gehörig, so kann man die eine über die andere hingleiten lassen, ohne dadurch ihr Zusammenfallen aufzuheben.

Auf Grund dieser Bedingung ergeben sich 3 Elementenpaare einfacher Art, die sich umschliefsen, nämlich die drei Umschlufspaare:

1. die Normalschraube mit Mutter,
2. der Drehungskörper mit seiner Hohlform und
3. das Prisma mit seiner Hohlform:

sie sind geeignet zur Erzielung dreier Arten von Bewegungen, nämlich:

a. Bewegung in Schraubenwindungen,
b. in kreisförmigen Bahnen, und
c. in geradlinigen Bahnen.

Die Maschinenpraxis kennt alle drei Umschlufspaare sehr wohl, das Schraubenpaar für Befestigungs- und Bewegungszwecke; das Drehkörperpaar bei Zapfen und Lagern u. dergl.; das Prismenpaar bei geradgeleiteten Schiebern aller Art. Eine eigenthümliche und sehr beachtenswerthe Seite der Umschlufspaare ist die, dafs bei einer Vertauschung des festgestellten Elementes mit dem beweglichen keine Aenderung in der erzeugten absoluten Bewegung eintritt. Das Vertauschen des einen Elementes eines Elementenpaares mit dem andern, d. h. die Vertauschung eines Elementes mit seinem Partner hinsichtlich seiner Befestigung, heifst ein Umkehren des Paares und man hat den Satz: bei den Umschlufspaaren bewirkt die Umkehrung keine Aenderung in der im Paare erzeugten Bewegung. Von diesem Satze macht die Maschinenpraxis unzählige Anwendungen, z. B. wo Kopfschrauben statt Mutterschrauben angewendet werden, hat eine Umkehrung des Paares: Schraube und Mutter stattgefunden; die Vertauschung des Dampfcylinders mit dem Dampfkolben z. B. bei dem Condil'schen Dampfhammer und dem Nasmyth'schen ist

die Umkehrung eines Prismenpaares. Der Humphry-Tennant- resp. Nasmyth'sche Schleifbogen gegenüber dem älteren und gebräuchlicheren Stephenson'schen liefert ein weiteres Beispiel.

Diesen vorstehend gefundenen drei Umschlufspaaren stehen andere in anderer Weise entstehende Elementenpaare gegenüber, welche nicht so einfache, sondern allgemeinere und höhere Eigenschaften der gegenseitigen Umhüllung besitzen, z. B. 2 um einander laufende Stirnräder A und B, je nachdem A oder B fest und das bewegliche B oder A über oder um dasselbe rollt, werden verschiedene Arten von Cykloiden und Umhüllungsformen beschrieben. Die Elementenpaare mit diesen höheren Eigenschaften seien höhere Elementenpaare genannt, jene Umschlufspaare aber wegen der geringeren Mannigfaltigkeit ihrer Eigenschaften niedere Elementenpaare.

Jede ganze Maschine besteht in einer Zusammensetzung von niederen oder höheren Elementenpaaren. Der Vortragende hat die möglichen Elementenpaare allgemein synthetisch zu bestimmen gesucht und dieselben in im Ganzen 21 Klassen geordnet.

Die Elemente verschiedener Elementenpaare können wieder in wechselseitige Verbindung zu einander gebracht werden. Hat man z. B. die 4 Elementenpaare

$$ab \qquad cd \qquad ef \qquad gh$$

d. h. Körper von gewissen geometrischen Gestalten zu einander, so kann von jedem derselben jedes Element mit je einem des anderen Paares verbunden werden, und es behalten dann alle einzelnen Paare ihre Eigenschaft und bekommen dazu alle in gleicher Weise eine neue. Die Verbindung der Elemente kann auf vielerlei Weise geschehen und das Ganze bildet alsdann eine in sich selbst zurückkehrende Gliederung, eine Kette, die aus lauter einzelnen in einander gehängten Gliedern besteht; eine solche Elementenpaar-Verbindung heifst eine kinematische Kette. Eine solche kann so beschaffen sein, dafs jede Relativbewegung in irgend einem Paare eine dergleichen in jedem anderen Paare hervorruft. Als Beispiel wurde eine aus vier Cylinderpaaren gebildete Kette vorgezeigt.

Eine kinematische Kette, welche die Eigenschaft besitzt, dafs jedes Glied nur eine Relativbewegung gegen jedes andere Glied macht, so dafs also bei einer Relativbewegung in der Kette alle Glieder gezwungen sind, bestimmte Relativbewegungen zu machen, heifst eine zwangläufig geschlossene oder kurzweg geschlossene Kette. Soll eine geschlossene kinematische Kette bestimmte absolute Bewegungen bedingen, so mufs ein Glied derselben gegen das als ruhend angesehene Raumsystem festgehalten oder festgestellt werden. Die Relativbewegungen der Glieder gehen alsdann in absolute über. Eine geschlossene kinematische Kette, von welcher ein Glied festgestellt ist, heifst ein Mechanismus oder Getriebe. Eine zwangläufig geschlossene kinematische Kette kann auf so viele Arten zum Getriebe gemacht werden, als sie Glieder hat, d. h. eine Kette von 4 Gliedern kann 4 verschiedene Arten von Mechanismen bilden, eine n-gliederige n Mechanismen. Ein kinematisches Getriebe oder Mechanismus kommt in Bewegung, wenn auf eines seiner beweglichen Glieder eine mechanische Kraft, welche die Lage desselben zu ändern im Stande ist, einwirkt. Die Kraft verrichtet dabei eine mechanische Arbeit, welche unter bestimmten Bewegungen vor sich geht; das Ganze ist also alsdann eine Maschine. Wird z. B. bei der oben erwähnten 4 gliederigen Kette ein Glied festgestellt, so kann das Getriebe in eine Bewegung gesetzt werden, welche die bekannte zwischen „Balancier“ und „Kurbel“ ergiebt.

Um ein Kettenglied festzustellen, mufs es mit passend geformten Befestigungstheilen versehen sein und dies sind bei den Maschinen die Maschinengestelle. Die feste Verbindung, das Gestell, wurde bisher häufig von den Theoretikern übersehen, dadurch aber grofse Unklarheit in den Untersuchungen belassen.

Hat man eine 4 gliederige geschlossene kinematische Kette, bestehend aus 3 Cylinderpaaren 1, 2 und 3 und 1 Prismenpaar 4, die unter gewissen Voraussetzungen so geordnet sind, dafs zwei Glieder a und b, die aus zwei Cylinderelementen bestehen, und zwei weitere, c und d, die aus Cylinder und Prisma bestehen, vorhanden sind, so erhält man eine ungemein häufig benutzte kinematische Kette und aus dieser, je nach Feststellung eines Gliedes, verschiedene Formen von Mechanismen:

1. Stellt man die Kette auf das Glied d, den Lenkstab fest, so entsteht bei der Drehung der Kurbel a ein geradliniger Hin- und Herschub des Gliedes c und es ergiebt sich einer der bekanntesten Mechanismen, welcher z. B. in der gewöhnlichen Kurbel-Dampfmaschine eine grofse Rolle spielt; es wirkt im letzteren Falle als treibendes Glied der Schieber c. Das ganze Getriebe soll wegen der Drehbewegung die rotirende Schubkurbel genannt werden.

2. Wird die Kette auf b festgestellt, so wird bei Drehung der Kurbel a der Lenkstab d vermittelst des Schiebers c oscillatorisch vor- und rückwärts bewegt. Die Form des Gliedes d wird hierbei eine Schleife. Das ganze Getriebe soll eine schwingende oder oscillirende Kurbelschleife heifsen. Eine bekannte Anwendung dieses Mechanismus ist diejenige bei der „oscillirenden“ Dampfmaschine, wobei der Lenkstab d in der Form des Dampfkolbens das treibende Glied ist. Man hat sich verschiedentlich bemüht, den Zusammenhang der oscillirenden Dampfmaschine mit der gewöhnlichen Kurbel-Dampfmaschine darzuthun; man sieht hier, welcher völlig klare Zusammenhang zwischen den beiden Mechanismen besteht, dafs es sich nämlich um eine Umkehrung der ihnen beiden zu Grunde liegenden kinematischen Kette handelt. Eine andere Verwendung hat dies Getriebe ferner z. B. bei Hobel- und Stofsmaschinen gefunden, wobei die gleichförmig umlaufende Kurbel a die ungleichförmige Bewegung des Gliedes c (langsamer Vorgang und schneller Rückgang) erzeugt.

3. Wird die Kette auf a gestellt, so macht das Glied b (Koppel-) Rotationen und der Lenkstab d, vom Schieber c gefafst, beschreibt vollständige Drehungen. Es ist dies die rotirende Kurbelschleife. Dieser Mechanismus ist unter Anderem von Whitworth als Getriebe für „schnellen Rückgang“ benutzt worden.

4. Wird an Stelle des Gliedes a der Schieber c festgestellt, so macht b Schwingungen um eine feste Axe, bewegt sich d geradlinig hin und her und macht a verwickelte oscillatorische Bewegungen. Wegen der schwingenden Bewegungen des Gliedes b wird dies Getriebe eine oscillirende

Digitized by

Schubkurbel genannt. Der Vortragende wies diese Umkehrungen an Modellen einzeln nach.

Bei den vorstehenden Untersuchungen waren stets vollkommen geschlossene Elementenpaare vorausgesetzt, d. h. dafs die gegenseitige Stützung der zu einem Paare vereinigten kinematischen Elemente ganz vollständig stattfinde, d. h. dafs jeder der beiden Körper vermöge seiner Widerstandsfähigkeit und der ihm verliehenen Form den anderen zwangläufig umhülle. Diese Voraussetzung kann aber modificirt werden, wenn Vorsorge getroffen wird, dafs sensible Kräfte von gewissen Richtungen im Paare gar nicht auftreten und daher eine absolute Nöthigung, den Paarschlufs ganz selbstständig zu machen, fortfällt, indem für diejenige Stützung, welche jenen Richtungen entspricht, eine körperliche Umhüllung nicht geradezu erfordert wird.

Das Mittel zur Fernhaltung einer sensiblen Kraft von gegebener Richtung besteht darin, dafs auf das zwangläufig zu machende Element unausgesetzt eine andere sensible Kraft von der entgegengesetzten Richtung und einer Gröfse wirkt, welche die der zu erwartenden störenden Kraft übertrifft oder ihr wenigstens gleich ist. Jene die Störung verhütende Kraft schliefst gleichsam das unfertige, ungeschlossen gelassene Elementenpaar und wird deshalb eine Schliefsungs- oder Schlufskraft genannt. Elementenpaare, welche einer solchen Schlufskraft bedürfen, sind nicht selbstständig, sondern vom Vorhandensein der schliefsenden Kraft, d. h. vom Kraftschlufs abhängig, sie heifsen kraftschlüssige Paare.

Beispiele zu kraftschlüssigen Paaren liefern u. A. die Zapfen und Lager der meisten Wasserräder, bei welchen das bedeutende Gewicht des Rades fast immer jede senkrechte Erhebung des Drehzapfens aus dem ohne Deckel ausgeführten Lager verhindert; ferner die Schneiden der Waagschalen, welche durch das Gewicht der angehängten Schalen in fortwährender Berührung mit ihren Lagerkerben gehalten werden.

Bei Kraftschlufs können auch Körper, welche nicht als starr zu bezeichnen sind, zur Elementenbildung dienen, solche Körper nämlich, welche wenigstens in einer Richtung sensiblen Kräften widerstandsfähig sind und unter solchem Kraftschlufs anzuwenden, der dieser Widerstandsfähigkeit entspricht. Zu diesen Körpern gehören: die Schnur oder das Seil, das Band, der Riemen, das Metallband, Drahtseil, die Kette etc., alle jene Organe, welche einer andern als einer Zugkraft keinen wesentlichen Widerstand entgegen zu setzen vermögen. Sie können unter dem Namen Zugkraftorgane zusammengesetzt werden.

Den Zugkraftorganen diametral gegenüber stehen andere, welche wesentlich nur einer ihre Moleküle einander nähernden Kraft zu widerstehen vermögen und deshalb Druckkraftorgane genannt werden; hierher gehören die Flüssigkeiten, Wasser, Dampf, Luft, Gase etc. Die Wassergestänge, die hydraulischen Pressen, pneumatische Klingeln, Pumpen, Dampf- und Gebläsemaschinen geben Beispiele ihrer Anwendung. Die Zug- und Druckkraft-Organe fafst der Vortragende als die bildsamen oder duktilen Elemente zusammen.

Einen Kraftschlufs kann man durch eine geeignete Verbindung kraftschlüssiger Ketten beseitigen. Indem man z. B. bei einem Riemen- oder Seilbetrieb zwischen die als Drehkörper ausgeführten Rollen *a* und *b* einen die Axen umschliefsenden Verbindungssteg *d* einschaltet und den auf *a* gelegten Riemen resp. das Seil *c* mit dem auf *b* gelegten aus einem Stücke bildet, erhält man eine kinematische Kette, bei welcher das bildsame Element *c* vom Kraftschlufs ganz befreit ist.

Unter den vielen Anwendungen der im Vorhergehenden aufgestellten Betrachtungen sollen in Folgendem diesmal die Sperrwerke hervorgehoben werden. Die gewöhnlichste Form der Sperrwerke ist diejenige des Zahnrades mit Sperrklinke oder Haken oder des Zahnrades mit Sperrkegel; bei beiden besteht das Getriebe aus 3 Gliedern, nämlich dem Zahnrade *a*, der Sperrklinke oder dem Sperrkegel *b* und dem Verbindungssteg zwischen diesen beiden *c*, welcher letzterer als festgestellt angenommen wird. Der Sperrzahn legt sich kraftschlüssig in die Zahnlücken des Rades *a* hinein, indem die Klinke *b* durch die Schwere oder eine Feder angedrückt wird. Aufserdem ist hervorzuheben, dafs *b* nur bei der einen Drehrichtung des Rades mit *a* kinematisch gepaart ist, bei Drehung in der anderen Richtung aber nach ganz kleinem Spiele das Rad festhält, also dann mit ihm und dem Stege *c* gleichsam ein Stück wird. Der Unterschied zwischen den beiden genannten Getrieben scheint beim ersten Anblick nur ein constructiver zu sein, indem im ersten Falle der Sperrkegel auf Druck, im zweiten der Sperrhaken auf Zug beansprucht wird; eine nähere Betrachtung zeigt aber, dafs im ersteren Falle, wenn das Rad rücklaufig bewegt wird, Klinke und Rad entgegengesetzten Drehungssinn, im zweiten dagegen gleichen Drehungssinn haben.

Eine zweite Eigenschaft des Getriebes ist die einseitige Gangbarkeit des Sperrrades. Nimmt man das Zahnrad *a* von einem unendlichen Radius, so erhält man ebenfalls ein bekanntes Sperrwerk: das Stangengesperre, bei dem das Rad die Zahnstange *a*, der Steg *b* die Klinke und der Stegträger *c* das festgestellte Glied vertritt.

Neben der vorstehend betrachteten Gattung von Gesperren giebt es noch eine zweite, wesentlich davon zu unterscheidende, bei der die Klinke *b* auf solche Weise in das Rad *a* eingreift, dafs der Zahn das Rad in beiden Drehrichtungen sperrt; es wird alsdann die Klinke *b* in der einen Drehung als Druckklinke, in der andern als Zugklinke widerstehen. Während daher das früher beschriebene Gesperre ein einseitig wirkendes Gesperre war, ist das letztere ein zweiseitig wirkendes. Jenes werde wegen der Beweglichkeit des Sperrkegels beim Rücklauf des Rades ein laufendes, dieses dagegen ein ruhendes Gesperre genannt. Bei dem laufenden Gesperre kann man das Rad *a* im Sinne des Rücklaufes unbehindert drehen; die Klinke b wird dabei selbstthätig gehoben und durch Kraftschlufs wieder gesenkt; will man die umgekehrte Drehung bewirken, so mufs durch besondere Mittel die Klinke *b* vorerst aus dem Eingriff entfernt, ausgehoben, das Gesperre ausgelöst werden. Bei einem ruhenden Gesperre kann keine der beiden Drehungen ohne vorherige Auslösung des Gesperres stattfinden.

Wird nach dem Auslösen eines belasteten Gesperres, d. h. eines solchen, dessen Sperrstück *a* durch die Triebkraft vorwärts gedrängt wird, die Sperrklinke *b* nicht sofort der Schlufskraft überlassen, so bewegt sich das Sperrstück *a* als-

Digitized by Google

bald weiter vorwärts und zwar um so rascher, je gröfser die Belastung war. Diese Bewegung heifst der Rücklauf des Gesperres; derselbe kann dazu dienen, die Wirkung einer aufgespeicherten mechanischen Arbeit in einem gegebenen Augenblicke zur Wirkung gelangen zu lassen. Ein in solcher Weise benutztes Gesperre möge ein Spannwerk genannt werden. Derartige Spannwerke sind in mancherlei Formen in Gebrauch. Bei Armbrüsten, Katapulten und Balisten war das Spannwerk als Getriebe zur plötzlichen Verwerthung aufgespeicherter Kraft benutzt. Das Flintenschlofs ist ein ähnliches Spannwerk: die beiden „Rasten" der Nufs sind die Sperrzähne des Sperrstückes; der „Drücker" vermittelt die Auslösung der Klinke aus der „Spannrast". Bei dem modernen Gewehr tritt zu dem mechanischen Spannwerk ein chemisches Spannwerk, zu dem Stecher und Drücker das Zündhütchen und das Pulver, so dafs hier vier Spannwerke nacheinander zur Wirkung kommen, jedes das nächstfolgende auslösend.

Häufig wird eine Verbindung von Sperrwerken angewendet, um ein Schaltgetriebe oder eine Schaltung herzustellen, d. h. die Betreibung eines Maschinenorganes zwar fortschreitend, aber nicht stetig, sondern in periodisch absetzender Weise zu erzeugen. Der Mechanismus zur Hervorbringung einer Schaltbewegung heifst ein Schaltwerk, ein solches wiederholt periodisch seine fortbewegende Thätigkeit und erfordert deshalb, dafs in den gröfseren oder geringeren Zwischenpausen das zu schaltende Kettengliod am Rückgange verhindert wird. Beim Gange eines Schaltwerkes ist das eine Gesperre in Bewegung, das andere in Ruhe. Ein vollständiges Schaltwerk, kurzweg auch, wie die ihm eigenthümliche Bewegung selbst eine Schaltung genannt, setzt sich aus einem Schaltwerk und einem Sperrwerk zusammen. Ein häufig vorkommendes Schaltgetriebe ist die Hebelade, welche zum Aufwärtsbewegen einer Stange dient; als Gesperre wirkt das Stangengesperre, als Schaltwerk ein ganz ähnlich zusammengesetztes Getriebe, dessen Zahnstange s mit derjenigen des Sperrwerkes s zusammenfällt. Bei der doppelt wirkenden Schaltung (doppelt wirkende Hebelade) sind die zu einem Körper verbundenen Zahnstangen a und s, anstatt ineinander, nebeneinander gelegt, hier ist ein Sperrwerk nicht vorhanden, sondern die beiden Schaltwerke lösen sich in ihrer Thätigkeit gegenseitig ab. Eine andere doppelt wirkende Schaltung ist die von Lagarousse; hier werden eine Zug- und eine Druckklinke von einem und demselben Schieber aus bewegt und wechseln in ihrer Wirkung auf ein Schaltrad s ab. Je eine der Klinken bewegt bei jedem einfachen Spiel des Schiebers c den Radumfang um eine gewisse Zahl von Zahntheilungen vorwärts, während eine doppelt so grofse Zahl von Theilungen durch die andere Klinke überhüpft wird.

Die laufenden Gesperre sind sehr gut zur Bildung von Schaltungen zu verwenden. Eine bemerkenswerthe besondere Unterabtheilung der Schaltgetriebe bilden die sogen. Hemmungen der Uhrwerke; dieselben beruhen im Allgemeinen auf einem Auslösen und Wiedereinlegen des Gesperres eines Sperrrades, welches durch eine Betriebskraft stets vorwärts gedrängt wird. Indem das Loslassen und Auffangen in möglichst gleich grofs gemachten Zeitabschnitten bewirkt wird, regelt die Hemmung den Gang des Uhrwerkes. Als Beispiel sei die Graham'sche Ankerhemmung für Pendeluhren angeführt; bei ihr sind zwei verbundene laufende Gesperre angewandt und zwar so, dafs die beiden Klinken b und b_1, eine Zug- und eine Druckklinke, zu einem festen Gliede vereinigt erscheinen. Das Uhrpendel bewirkt die regelmäfsige Auslösung und Einrückung des Klinkenpaares, des Ankers. Bei anderen Hemmungen, wie z. B. den Chronometer-Hemmungen ist nur ein einziger Sperrkegel angewendet, welcher bei jeder Doppelschwingung des Pendels einmal ausgelöst wird und alsbald wieder in eine Zahnlücke eintritt. Dasselbe ist der Fall bei der mit aufserordentlicher Geschwindigkeit wirkenden Hemmung des Wheatstone'schen und durch Hipp verbesserten Chronoskop, bei dem die Sperrklinke eine Feder ist, welche sich dadurch aus- und einlegt, dafs man sie veranlafst, in Schwingung zu gerathen; sie ist so abgepafst, dafs sie in der Secunde 1000 Doppelschwingungen vollzieht und bei jeder derselben einen Zahn des Sperrrades (Steigrades) durchschlüpfen läfst.

Beispiele von Schaltungen mit ruhendem Gesperre bilden die gewöhnlichen wie die sogenannten Kunstschlösser; zunächst bildet schon die sog. Schliefsfalle, wie die einfache Thürklinke mit dem Schliefskasten, Thürgesponst und Thür ein laufendes Gesperre, die anderen Schlofstheile aber ruhende Gesperre. Alle die Kunstschlösser nach Chubb, Bramah, Hobbs, Yale u. A. sind zu den Schaltungen mit ruhendem Gesperre zu rechnen. Der vom Schlüssel bewegte eigentliche Schliefsriegel ist fast immer eine Sperrstange a, die sog. Zuhaltung ist die ruhende Sperrklinke b, bei Kunstschlössern der Sicherheit wegen in mehreren Exemplaren angewandt; der Schlüssel ist der Schalter und Auslöser, der Schlofskasten der Steg c.

Die Gesperre können in der eigenthümlichen Weise vorgerichtet und gebraucht werden, dafs sie jeweilig die Thätigkeit eines Theiles einer Maschine aufheben und wiederherstellen. Diese Einrichtungen werden Aus- und Einkehrungen oder Aus- und Einrückungen genannt. Hierbei kann die Thätigkeit eines Gesperres entweder durch eine Handsteuerung oder durch eine mechanische Vorrichtung zeitweise so unterbrochen werden, dafs ein Gleiten der Klinke über die Zähne des Gesperres aufgehoben, das Gesperre also stumm gemacht wird. Eine solche Stummmachung, stummes Gesperre, kann z. B. dadurch erreicht werden, dafs das Spannwerk zwischen zwei Gesperren aus einem Hebel besteht, der durch ein Gewicht über seine Schwerpunktslage fortgeworfen wird, wie bei der Fallsteuerung.

Die Ventile lassen sich ebenfalls als Sperrwerke betrachten; thatsächlich hat man die Ventilvorrichtungen als Gesperre der Druckkraftorgane anzusehen; auch hier hat man laufende und ruhende Gesperre. Laufende Gesperre, also solche, welche eine Bewegung des Sperrstückes in der einen Richtung nicht hindern, sie in der andern aber aufhalten, sind die selbstthätigen Hebungsventile: Klappen- oder Gelenkventile und die geradlinig gehobenen Ventile. Ruhende Gesperre sind die Gleitungsventile: Hähne und Drehschieber und die geradlinig bewegten Schieber und ferner die Entlastungsventile, welche durch fremde Einwirkung (Steuerung) aus der und in die Verschlufsstellung gebracht werden müssen.

Die gewöhnliche Pumpenklappe entspricht dem laufenden Gesperre mit der gewöhnlichen Sperrklinke. Die Ventilklappe ist die Sperrklinke b, welche das Sperrstück a (Wasser) ver-

Digitized by Google

hindert, sich abwärts zu bewegen; das Rohr *c*, welches auch das Gelenk für die Klappe *b* an sich trägt, entspricht dem Stege *c* des Stangengesperres. Der Schieber oder Hahn in Wasser- und Dampfleitungen entspricht dem ruhenden Gesperre; die Flüssigkeit des Wassers oder der Dampf ist das Sperrstück *a*, der Hahn oder Schieber *b* die Sperrklinke, das Rohr *c* der Steg zur Führung beider.

Bei den Flüssigkeitsgesperren besteht eine vollständige Analogie mit den Gesperren für starre Körper. Die früher besprochene Schaltung, das laufende Schaltwerk der einfachen Hebelade entspricht dem Mechanismus der gewöhnlichen Hebepumpe. Das doppelt wirkende Schaltwerk hat sein genau entsprechendes Gegenstück in der sog. Stoltzschen Pumpe. Dem doppelt wirkenden Schaltwerk von Lagarousse entspricht die doppelt wirkende Vose'sche Pumpe. Auch andere Pumpenconstructionen durchlaufen die Analogie mit den Schaltwerken unter Berücksichtigung der jeweiligen Umgestaltungen, welche durch die Bildsamkeit des Druckkraftorganes gestattet oder gefordert werden. Die Kolben- und Ventilpumpen sind also Flüssigkeits-Schaltwerke.

Hierbei verdient darauf hingewiesen zu werden, dafs die laufenden Schaltwerke ebenso wie die Ventil- und Kolbenpumpen bereits vor Einführung der Dampfmaschine beträchtlich ausgebildet waren, was wieder damit zusammenhängt, dafs die Sperr- und Schaltklinken ebenso wie die Hebungsventile als kraftschlüssige Vorkehrungen den natürlichen Vorgängen näher stehen. Auch ist zu beobachten, dafs die moderne Technik deutlich dahin strebt, die kraftschlüssige, selbstthätige Bewegung der Ventile durch eine zwangläufige zu ersetzen.

Die Wassersäulenmaschinen und die gewöhnliche Kolbendampfmaschine haben im Allgemeinen die Einrichtung der Kolben- und Ventilpumpen oder Flüssigkeitsschaltwerke und zwar entweder einfach wirkender oder doppelt wirkender. Im Betriebe unterscheiden sie sich dadurch, dafs bei ihnen das Druckkraftorgan nicht mehr geschaltet wird, sondern umgekehrt den Mechanismus treibt. Es fällt alsdann die Selbstthätigkeit der Ventile weg und müssen dieselben im Zusammenhang mit der Kolbenbewegung bewegt werden; damit dies ohne grofse Kraftäufserung bewirkt werden kann, werden ruhende Flüssigkeitsgesperre, d. h. entlastete Hebungsventile oder Gleitungsventile angewandt, welchen man durch den Steuerungsmechanismus eine passende Bewegung ertheilt. Es sind daher die Kolbendampfmaschinen, Wassersäulenmaschinen u. s. w. rückläufige Flüssigkeits-Schaltwerke.

Bei der gewöhnlichen direct wirkenden Kurbel-Dampfmaschine ist z. B. das Hauptgetriebe ein Schaltwerk, gebildet aus Kolben und Kapsel nebst den zugehörigen Ventileinrichtungen und dem Schubkurbelgetriebe. Bei vielen Maschinen besteht das Hauptgetriebe aus mehreren Theilen oder sind mehrere Hauptgetriebe vereinigt, welche nach einander zur Wirkung gebracht werden und unter Umständen periodisch eine solche ausüben; ja auch selbst bei einfachen Hauptgetrieben findet häufig eine periodische Aufeinanderfolge einzelner Bewegungsphasen statt und wird durch besondere Mechanismen geregelt. Diese Mechanismen bilden das, was man bei vielen Maschinen bereits die Steuerung nennt. Eine Steuerung ist daher die Vorrichtung zur Herbeiführung der Bewegungsfolge in der Maschine. Bei der vorstehend erwähnten Dampfmaschine ist die Steuerung das bekannte Getriebe zur rechtzeitigen Bewegung der Ein- und Auslafsventile.

Neben der Steuerung findet man bei vielen vollständigen Maschinen noch eine zweite Gattung besonderer, für sich eigenartig ausgebildeter Mechanismen, welche dazu dienen, die Stärke der Zuführung des Treibstoffes zu regeln, also das Maafs der in der Zeiteinheit zugeführten oder abgeleiteten Menge der genannten Stoffe dem Bedürfnifs anzupassen. Diese Getriebe kann man die Regulirung nennen. Während die Steuerung die Bewegungsfolge ordnet, steht der Regulirung zur Aufgabe, das Bewegungsmaafs zu regeln. Beispiele hierzu sind bei den Kraftmaschinen die Regulatoren, als diejenigen Vorrichtungen, welche die Bewegung der Maschine in Bezug auf die Geschwindigkeit regeln. Bei der kornischen Dampfmaschine ist der sog. Katarakt der Regulator; bei den Gehwerken der Uhren die Hemmungen u. s. w.

Bei einer Hochdruck-Dampfmaschine besteht neben dem Hauptgetriebe eine ausgebildete Steuerung und Regulirung. Das Hauptgetriebe ist ein rückläufiges und zwar doppeltwirkendes Schaltwerk, aus dem Getriebe und dem Steuerungsschieber gebildet. Schalter ist die Dampfsäule, Schaltstück der Kolben. Die Steuerung betreibt den Vertheilungsschieber, welcher eine Vereinigung der vier, die Schaltklinken vertretenden Ventile ist, deren das doppeltwirkende Schaltwerk bedarf; bei den Corliss-Maschinen ist man wieder auf die Vereinzelung der vier Ventile zurückgegangen. Die Regulirung erfolgt durch den Schwungkugelregulator und das Drosselventil. Die sog. Umsteuerung verleiht dem Schaltwerk die Eigenschaft, entweder rechtläufig oder rückläufig zu wirken, je nachdem das Verhältnifs der angreifenden Kräfte es bedingt. Eine Steuerung mit Expansion ist einem Mechanismus zu vergleichen, der ein früheres Einfallen der Sperrklinken eines Schaltwerkes herbeiführt.

Die vorstehenden Betrachtungen und Resultate wurden vom Vortragenden an zahlreichen Modellen erläutert und demonstrirt. —

Zum Schlusse der Sitzung wurde durch übliche Abstimmung als ordentliches einheimisches Mitglied in den Verein aufgenommen der Herr Carl Schilling, Königlicher Bau- und Betriebsinspector zu Frankfurt a/O.

Halle, Buchdruckerei des Waisenhauses.

Digitized by Google

JAHRGANG XXV. 1875. HEFT XI UND XII.

Amtliche Bekanntmachungen.

Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

insbesondere im Ressort des K. Ministeriums für Handel etc.

(Am 20. October 1875.)

Des Kaisers und Königs Majestät haben:

den Geheimen Baurath Baensch zum Geheimen Ober-Baurath, und

den Regierungs- und Baurath Wiebe, früher in Frankfurt a/O., zum Geheimen Baurath und vortragenden Rath im Ministerium für Handel etc. ernannt.

Dem Regierungs- und Baurath Keller zu Minden ist bei seinem bevorstehenden Eintritt in den Ruhestand der Charakter als Geheimer Regierungsrath (s. unten), und

dem Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector Zeh in Creuznach der Charakter als Baurath verliehen.

Ernennungen und Beförderungen.

Der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector a. D. Jordan ist als solcher in den Staatsdienst wieder aufgenommen. Demselben sind die Functionen als Vorsteher des technischen Büreaus der K. Direction der Oberschlesischen Eisenbahn zu Breslau übertragen worden.

Die Beförderung des Kreis-Baumeisters Knechtel in Wollstein zum Wasser-Bauinspector in Labiau ist zurückgenommen, demnächst aber seine Ernennung zum Wasser-Bauinspector unter Uebertragung der Meliorations-Bauinspection zu Breslau erfolgt.

Der Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector Lex zu Düsseldorf ist, unter Belassung in seiner gegenwärtigen Stellung bei der K. Eisenbahn-Commission, zum Mitgliede der K. Eisenbahn-Direction zu Elberfeld ernannt.

Der Wasser-Baumeister Siber in Magdeburg ist zum Wasser-Bauinspector in Labiau befördert.

Anstellungen.

Der Stadt-Baurath Leiter in Königsberg i/Pr. ist zum Wasser-Bauinspector in Zölp (Reg. Bez. Königsberg) ernannt;

desgl. der Wasser-Bauconducteur Rodde zum Land-Baumeister und Hilfsarbeiter bei der K. Finanz-Direction in Hannover;

der mit der Leitung der Universitäts-Neubauten in Halle a/S. betraute Baumeister von Tiedemann zum Land-Baumeister;

der Baumeister Bornmüller zum Kreis-Baumeister in Frankenberg (Reg. Bez. Cassel),

der Baumeister Herborn zum Kreis-Baumeister in Burgsteinfurt (Reg. Bez. Münster),

der Baumeister Neugebauer zum Kreis-Baumeister in Pleschen (Reg. Bez. Posen),

der Baumeister Henderichs zum Kreis-Baumeister in Dirschau,

der Baumeister Loenartz zum Kreis-Baumeister in Frankenstein (Reg. Bez. Breslau),

der Baumeister Wollanke zu Düsseldorf zum Eisenbahn-Baumeister bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn,

der Baumeister Ritter zum Kreis-Baumeister in Gr. Strehlitz (Reg. Bez. Oppeln),

der Eisenbahn-Ingenieur Boysen in Goldap (Ostpreufsen) zum Eisenbahn-Baumeister bei der Ostbahn.

Versetzungen.

Der bisherige Eisenbahn-Baumeister Tetens in Düsseldorf ist als Land-Baumeister und Hilfsarbeiter bei der K. Regierung nach Coblenz versetzt;

desgl. der Bauinspector Preufser von Dillenburg (Reg. Bez. Wiesbaden) nach Schmalkalden (Reg. Bez. Cassel),

der Eisenbahn-Baumeister Krackow von Stargard i/Pomm. nach Posen;

der Eisenbahn-Baumeister Herm. Cramer von Berlin nach Guben,

der Kreis-Baumeister Stavenhagen von Königsberg N/M. nach Krotoschin (Reg. Bez. Posen), und

der Eisenbahn-Bauinspector Tobien von Tilsit nach Graudenz.

Der Wohnsitz des Kreis-Baumeisters Thon ist von Betzdorf nach Wissen (Reg. Bez. Coblenz) verlegt.

In den Ruhestand sind getreten bezw. treten:

der Baurath Steenke in Zölp,

der Baurath Wellenkamp in Osnabrück, und

zum 1. Januar 1875 der Regierungs- und Baurath Keller in Minden (s. oben)

Gestorben sind:

der Wasser-Bauinspector Rose in Breslau,

der Kreis-Baumeister von Schäwen in Krotoschin,

der Kreis-Baumeister Mex in Wirsitz (Reg. Bez. Bromberg).

Digitized by Google

Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

Original-Beiträge.

Kaiserliches General-Post-Amt in Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 33 bis 36 im Atlas.)

(Schluss.)

19. Das Kaiserliche General-Post-Amtsgebäude zu Berlin, Leipzigerstrafse Nr. 15. Die Reihenfolge der für Postzwecke neuerdings errichteten Gebäude wird endlich abgeschlossen durch dasjenige für die leitende Behörde des ganzen Postwesens, das Kaiserlich Deutsche General-Postamt. In diesen Centralpunkt laufen alle Fäden des weit ausgespannten Postverwaltungsnetzes zusammen. Alle Angelegenheiten wichtiger Art, alle neuen Vorschläge müssen hierher berichtet werden. Andererseits verbreiten sich von hier aus strahlenförmig alle leitenden Bestimmungen, alle Neuerungen und in reger Aufeinanderfolge alle Verbesserungen des Betriebes und der Einrichtungen.

Zu solch' weit umfassender Thätigkeit bedarf es vieler Kräfte und so sind im Kaiserlichen General-Postamt im Ganzen 184 Personen, darunter 36 Unterbeamte, beschäftigt. An der Spitze steht der General-Post-Director, welcher mit 13 vortragenden Räthen und Hilfsarbeitern das Collegium bildet. Die übrigen Beamten vertheilen sich auf die verschiedenen Büreaus wie folgt: Das Directorialbüreau beschäftigt 3, das Geheime Secretariat 5, das Personalbüreau 13, das Rechnungsbüreau 13, das Coursbüreau 19, das Postabrechnungsbüreau ebenfalls 19, das Büreau für Poststatistik 8, das Auslandsbüreau 7, das Instructionsbüreau 3, das Bauverwaltungsbüreau 5, das technische Baubüreau 4, das Postfuhrbüreau 3, die Geheime Registratur und das Journal 14, sowie endlich die Geheime Kanzlei 28 Beamte. Unter den Unterbeamten erscheint 1 Castellan, 1 Portier, 1 Hausdiener, 1 Heizer, 1 Posthauswächter, 5 Drucker für die metallographische Presse und endlich 26 Geheime Kanzleidiener etc.

Wenn man erwägt, dafs unter den genannten Büreaus manche ein bedeutendes Raumbedürfnifs haben, wie z. B. die Registratur mit zahllosen Schrankfächern für Acten und Mappen, ferner die mit dem Coursbüreau vereinigte Bibliothek und andere, so erklärt sich, dafs die alte Stätte Königstrafse Nr. 60 zur Unterbringung derselben nicht mehr ausreichte, um so weniger, als das Interesse des Publicums eine Beschränkung des Post-Amts daselbst verbot. Zu dem Raumbedürfnifs für die Diensträume des Gebäudes trat noch die Nothwendigkeit einer Repräsentationswohnung für den General-Postdirector, sowie kleinerer Dienstwohnungen für den Vorsteher des Directorial-Büreaus und 4 bis 5 Unterbeamte, nämlich den Portier, Hausdiener, Heizer u. s. w.

Wegen der nothwendigen Verbindung mit dem Reichskanzleramt erschien es wünschenswerth, das neue Gebäude mehr nach dem Westen Berlins, nicht zu entfernt der Wilhelmstrafse, zu verlegen, und gelang es, das wenig bebaute, 5690 □^{m}, also rund 2¼ Morgen grofse Grundstück in der Leipzigerstrafse Nr. 15 für den verhältnifsmäfsig sehr billigen Preis von 671000 Mark zu erwerben.

Leider ist die Vorderfront nur 35,$_{75}$^{m} lang und das Grundstück an den drei übrigen Seiten von Nachbaren eingeschlossen.

Nachdem der Entwurf des Unterzeichneten superrevidirt worden war, begann der Neubau im Juni 1871, und schon im Herbst des folgenden Jahres wurde er im zweiten Quergebäude von mehreren Verwaltungsabtheilungen bezogen. Das neue Vorderhaus, welches wegen älterer Miethscontracte in Betreff der Räumlichkeiten des alten Gebäudes erst später in Angriff genommen werden konnte, sowie der ganze Bau wurde am 2. September 1874 fertig dem Gebrauch übergeben. Seit der Zeit haben schon Erweiterungs- bezügl. Veränderungsbauten vorgenommen werden müssen, so z. B. sind Räume auf dem Boden des zweiten Quergebäudes für die metallographische Presse eingerichtet, um die bisher inne gehabten Räume anderweit verwenden zu können.

Der Entwurf ist auf den Blättern 33 bis 36 im Atlas möglichst klar in allen Haupttheilen dargestellt und zwar zeigt Blatt 33 den Grundrifs von dem Kellergeschofs, Erdgeschofs und dem ersten Stockwerk.

Drei in einer Achse liegende Durchfahrten vermitteln die Verbindung der beiden grofsen Höfe bis zum Garten. Neben jeder Durchfahrt, sowie aufserdem in beiden Seitenflügeln des ersten Hofes befinden sich Treppen-Anlagen. Die Corridore bieten bequeme Verbindungen aller Gebäudetheile und directe Zugänge zu allen Zimmern. Die Lichthöfe dienen aufser den grofsen Höfen zur Erleuchtung der Corridore. Um einestheils den letzteren bei der eingebauten Lage des Grundstücks noch mehr Licht zuzuführen, anderentheils aber eine deutlich lesbare Bezeichnung der Zimmer zu bewirken, sind die mittleren quadraten Füllungen der Thüren mit doppelten Glasscheiben versehen. Davon ist die eine matt geschliffen, auf dem einen Flügel der Thür mit der Nummer, auf dem anderen mit der Bezeichnung des Zimmers bezw. mit dem Namen des daselbst arbeitenden Beamten versehen. Die mit schwarzer Oelfarbe hergestellten Schriftzeichen und Zahlen werden durch eine zweite glatte Scheibe verdeckt, so dafs das Glasschild von beiden Seiten geputzt werden kann, ohne dafs die Oelfarbe beschädigt wird. Auch kann die matte Seite durch Nafsmachen nicht durchsichtig gemacht werden.

Rechts von den Durchfahrten ist vorn das Coursbüreau, links das Personalbüreau untergebracht. Auf letzteres folgt das Rechnungsbüreau, mehrere Botenzimmer, ferner das technische Baubüreau, das sogenannte Postmuseum oder die Plan- und Modellkammer, ein Post- und Telegraphenzimmer für den ausschliefslichen Gebrauch des General-Post-Amts, eine Wohnung nach dem Garten für den Castellan, Pferdestall und Wagenremise für Dienstzwecke mit darüber liegender Kutscherwohnung nebst Futterboden, zwei hydraulische Fahrstühle in beiden Seitenflügeln des ersten Hofs, ungefähr in der Mitte des ganzen Gebäudes, endlich zwei Closet-Anlagen.

In dem ersten Stockwerk befindet sich die Wohnung des General-Post-Directors, welche mittelst einer

Digitized by Google

offenen Gartenhalle nebst daranstofsendem Treppenthurm in unmittelbare Verbindung mit dem Garten gebracht ist. Die daneben liegenden Räume an der Hinterfront bilden ebenso wie zwei Zimmer nach der Leipzigerstrafse rechts die Geschäftszimmer des General-Post-Directors. Auf der rechten Seite des Gebäudes befinden sich in diesem Stockwerk ferner das Directorial-Büreau, das Auslands-Büreau, die Räume für die Verwaltung des Postfuhrwesens und des technischen Dienstes, das Instructions-Büreau, ferner Arbeitsräume für Decernenten und expedirende Beamte, Botenzimmer und Closet-Anlagen.

Das zweite Stockwerk enthält der Haupttreppe gegenüber den Sitzungssaal nebst Vorzimmer, daneben ein kleines Conferenzzimmer, sodann im Zusammenhange rings um den ersten Hof die Geheime Registratur nebst dem Geheimen Archiv und Journal. Im ersten und zweiten Quergebäude folgt ferner die Geheime Kanzlei, mehrere Arbeitszimmer für Decernenten, das Bauverwaltungs-Büreau, Botenzimmer, endlich wiederum Closet-Anlagen.

Im dritten Stockwerk, welches sich nur über einen Theil der beiden Seitenflügel am ersten Hofe, sowie über das erste und zweite Quergebäude erstreckt, befinden sich: das Abrechnungs-Büreau mit dem Auslande, das Büreau für Post-Statistik, mehrere Decernenten-Zimmer, sowie die Wohnung des Vorstehers vom Directorial-Büreau, aufserdem disponible Räume und abermals Closet-Anlagen.

Das Kellergeschofs enthält an der Strafsenfront links eine Portier-, rechts eine Hausdiener-Wohnung, ferner 2 Unterbeamten-Wohnungen in den beiden Seitenflügeln des ersten Hofes, 4 Maschinenräume für die Wasserheizung, 2 Waschkeller, ferner im zweiten Quergebäude noch eine Wohnung für einen Unterbeamten, Keller für Dienstzwecke etc. und Closet-Anlagen.

Die weiträumigen Dachböden dienen zur Aufbewahrung von ungefähr 15000 Heften zurückgesetzter Acten, sowie zu sonstigen dienstlichen und wirthschaftlichen Zwecken.

Bei der Bau-Ausführung ist stets die möglichste Solidität und Feuersicherheit im Auge behalten worden. Alles Mauerwerk ist in verlängertem Cementmörtel und hart gebrannten Steinen ausgeführt. Die Vorderansicht ist in den zurückliegenden Flächen aus hellrothem Nebraer-, in den Architekturtheilen aus gelblich grauem Seeberger Sandstein, von Merkel in Halle a/S. bearbeitet, aufgeführt, um die häufig bei dergleichen Sandstein-Arbeiten vorkommende Farbenmonotonie zu vermeiden. Die zurückliegende Eingangshalle wird durch 2 mächtige monolithe Syenitsäulen gestützt. Für die Hoffronten ist Rohziegel mit farbiger Belebung durch bunte Friese aus Mettlacher Fliesen zur Verwendung gekommen. Die glatten Flächen sind mit lachsfarbenen Steinen aus den Greppiner Werken verblendet, die Lisenen und Gesimse hellgelblich von March in Charlottenburg hergestellt. Sämmtliche Durchfahrten sowie die Corridore sind mit böhmischen Kappen überwölbt und erstere mit Asphalt, letztere mit Mettlacher Fliesen belegt. Erhöhte Granittrottoirs gewähren die nöthige Sicherheit beim Durchgang durch die Einfahrten. Die Haupttreppe ist aus Eisen mit schwarzem Marmorbelag, sogenanntem belgischen Granit hergestellt, die Nebentreppen wurden freitragend aus Granitblockstufen construirt.

Die Fufsböden der Büreau- und Diensträume bestehen theils aus eichenem Wiener-Stab-, theils aus kiefernem Riemenfufsboden mit verdeckter Nagelung. Die inneren Thüren sind beinahe durchweg zweiflügelig, $1{,}_{5}^{m}$ breit, $3{,}_{0}^{m}$ hoch, 5^{cm} stark von kiefernem Holze mit je 10 Füllungen hergestellt und dunkel holzfarbig gestrichen. Die Schlösser haben Bronzegarnitur erhalten, mit durchweg aufgesetzten Schildern. Die äufseren Thüren sind mit Oberlicht, Glasfüllungen und geschmiedeten eisernen Gittern versehen. Sämmtliche Arbeits- und Wohnräume haben Doppelfenster von Eichenholz, vierflügelig, mit Baskulbeschlag erhalten. Die Fenster des Erdgeschosses sind mit Jalousieen aus Holzstäben, die oberen mit Holzstab-Rouleaux versehen. Die Zimmerdecken sind aus Holzbalken, welche nicht über $6{,}_{0}^{m}$ freiliegen, mit theilweiser Kreuzstaakung nebst Lehmauftrag hergestellt, unterhalb geschaalt, doppelt gerohrt mit Kalkmörtel geputzt, angemessen durch Malerei verziert. Alle Durchfahrten, Corridore und Treppenräume sind mit massiven Gewölben aus porösen Greppiner Steinen überspannt.

Constructive Schwierigkeiten bot einestheils die Ueberbauung der Vorhalle im Erdgeschofs durch die darüber hinweggehende Front des Gebäudes; anderentheils die Corridoranlage über dem Saale der grofsen Dienstwohnung. Erstere entstand dadurch, dafs die Säulen des Porticus vortreten, so dafs die Vorderfront eine directe Unterstützung entbehrt. Die Lösung ist derart bewerkstelligt, dafs zunächst schmiedeeiserne Träger von den Säulen nach der Hintermauer der Halle, und auf diese erst die ebenfalls schmiedeeisernen Längsträger gestreckt wurden, um die Frontmauer zu tragen. Der Corridor im zweiten Stockwerk über dem Saale ist auf Wunsch der nachprüfenden Behörde möglichst leicht in Holz construirt und von eisernen genieteten Trägern unterstützt, zwischen welchen gufseiserne Schuhe für die Holzbalken angebolzt wurden, um die Höhe des darunter liegenden Saales möglichst bedeutend zu erhalten. Sämmtliche Dächer sind mit englischem Schiefer auf Lattung eingedeckt. An den Schornsteinen entlang sind Laufbretter zur Passage für die Schornsteinfeger, sowie zur Erleichterung vorzunehmender Ausbesserungen, ferner um alle Gesimse herum Schneefangbretter mittelst starker Eisen befestigt. Kastenrinnen und gufseiserne Abfallröhren leiten das Regen- und Thauwasser in die Abflufs-Thonrohrleitung.

Das Gebäude ist in ausreichender Weise mit Gasanlagen versehen. In jedem Raume befinden sich 1 bis 2 Auslässe an der Decke und eben solche meist mit Schlauchhähnen für Gasschiebelampen je nach Bedürfnifs an den Wänden. Die Corridore und Durchfahrten, sowie die Vorhalle werden durch herabhängende Ampeln erhellt. An der Vorderfront treten 2 heraldische Adler mit den Deutschen Reichswappenschildern consolartig hervor, je 3 Laternen auf dem Haupte tragend. Jeder der beiden Höfe ist mit 4 Eckinternen versehen. Eine reichere Ausstattung in Bezug auf Gasbeleuchtungsgegenstände hat nur der Sitzungssaal mit 8 reich modellirten Wandarmen und einer Mittelkrone in Havannabronze bronzirt, sowie das Haupttreppenhaus erhalten.

Auch die Wasserleitung erstreckt sich auf das ganze Gebäude. Strafsen, Höfe und Garten sind mit Sprengehähnen versehen. Alle Etagen haben Waterclosets und Pissoirs mit fortwährender Wasserspülung erhalten. An geeigneten Stellen der Büreaus sind Waschtoiletten, in den Küchen der Dienstwohnungen und auf den Corridoren Wasserhähne mit Ausgufsbecken angebracht. Auf dem Boden befinden sich

Digitized by Google

mehrere Wasserhähne gegen etwaige eintretende Feuersgefahr. Der Abfluſs geschieht durch eine eigene Thonrohrleitung in der Leipzigerstraſse bis zu dem fiscalischen Canal in der Wilhelmstraſse.

Die in den beiden Seitenflügeln des ersten Hofes liegenden hydraulischen Fahrzüge dienen theils zur Auf- und Niederbeförderung der Actenmassen, theils auch für Personenbeförderung. Dieselben haben bisher leider wegen Wassermangels noch wenig benutzt werden können. Die jetzige Einrichtung der städtischen Wasserleitung in Berlin liefert nämlich nur sehr unregelmäſsig und in beschränktem Maaſse Wasser bis zu der hier erforderlichen Höhe von 28^{m}, in welcher die Sammelbecken auf dem Boden angebracht werden muſsten. Trotzdem dieser fühlbare Uebelstand in einigen Jahren durch die seit längerer Zeit nothwendige Vergröſserung und Erweiterung der Wasserwerke in Aussicht steht, wird des dringenden Bedürfnisses wegen jetzt eine Wärme-Luft-Maschine von einer Pferdekraft aufgestellt, um das nöthige Wasser in die vorhandenen Reservoirs hinaufzupumpen. Die Hubhöhe der Fahrkörbe beträgt von der Kellersohle bis zum Fuſsboden des Bodenraumes $24_{,162}$ ^{m}. Das zum Betriebe nöthige Wasser wird aus den ca. $3_{,0}$ ^{m} höher belegenen Sammelbecken durch ein 65^{mm} starkes Druckrohr nach den Steuerungsventilen auf der Sohle der Fahrschächte geführt. Die senkrechten Treibcylinder stehen in Höhe der Kellersohle. Der Kolbenhub beträgt $1_{,54}$ ^{m}, so daſs die Förderhöhe von $24_{,8}$ ^{m} bei 16maliger Umsetzung durch theils feste, theils hängende Rollen erreicht wird. Vom Fahrkorb sowie von jeder Etage aus können die Ventile geöffnet oder geschlossen werden. Zu diesem Zwecke ist oben im Schachte eine Seilrolle mit Gewindespindel und Flügelmutter zum Anspannen aufgehängt. Ueber diese ist ein Seil gelegt, dessen Enden ein paar mal in entgegengesetzter Richtung um die Rolle an den Ventilen gelegt und zuletzt befestigt sind. Soll der Fahrstuhl aufwärts gehen, so öffnet man das Zufluſsventil des Wassers über dem Kolben, letzterer wird herabgedrückt und zieht den Fahrkorb 16 · $1_{,54}$ ^{m} = $24_{,84}$ ^{m} hoch. Um hinunterzufahren öffnet man das Abfluſsventil. Dann zieht das Gewicht des Fahrkorbes mittelst Flaschenzuges den Kolben nebst Kolbenstange aufwärts und drückt das im Cylinder befindliche Wasser durch das Abfluſsventil in das Abfluſsrohr. Schlieſst man das letztere Ventil, so steht der Fahrstuhl still. Es geschieht dies bei der mittleren Stellung des Doppelventils. Je nachdem man dann wieder das Ventilseil rechts oder links abwärts zieht, geht der Fahrkorb auf oder nieder. Die Tragekraft jedes Aufzuges beträgt für jeden 350 Kilo. Auſserdem sind beide mit Sicherheitsvorrichtungen derart versehen, daſs beim etwaigen Drahtseilriſs der Fahrkorb an einer Kette hängen bleibt, deren anderes seitliches Ende an der Kolbenstange befestigt ist. Tritt der erwähnte Fall während einer Abwärtsbewegung ein, so geht der Fahrkorb weiter hinunter wie beim regelmäſsigen Betriebe; reiſst das Seil dagegen beim Aufwärtsfahren, so folgt der Korb ebenfalls langsam aufwärts, falls nicht die Reibung durch unterlassenes Schmieren oder die zufällige Belastung des Fahrstuhls zu groſs ist, wodurch ein Stillstand bewirkt werden würde.

Die Erwärmung der sämmtlichen Räume des Gebäudes geschieht, abgesehen von einigen kleinen Oefen der Unterbeamten-Dienstwohnungen im Kellergeschoſs, durch eine Wasserheizung nach dem System des Niederdrucks. Die meisten Räume werden durch sauber lackirte, oben und unten mit Zinkgesims und Sockel, auch Gurtungen nach besonderen Zeichnungen und Modellen verzierte cylinderförmige schmiedeeiserne Oefen mit dergleichen Heizröhren, nur wenige, wie z. B. der Sitzungssaal, das Haupttreppenhaus und 2 Salons der Wohnung im ersten Stockwerk, durch Röhrenregister mit Gitterverkleidungen erwärmt. Die Bestimmung der Heizflächen etc. hat in folgender Weise stattgefunden. Es wurde nach Schmitz-Peclet angenommen:

1 □^{m} Auſsenwand transmittirt stündlich 100 Wärme-Einheiten (calorien).

1 □^{m} Innenwand	-	-	10	-
1 □^{m} Fenster	-	-	200	-
1 □^{m} Thüre	-	-	100	-
1 □^{m} Fuſsboden	-	-	50	-

ferner, daſs 1 □^{m} geheizte Oberfläche der Wasseröfen stündlich 600 Wärme-Einheiten ersetzt. Auf $16_{,666}$ □^{m} Wasserofenfläche ist 1 □^{m} feuerberührte Fläche der Kessel und pro 1 □^{m} der letzteren $0_{,04}$ □^{m} Rost berechnet.

Der Erfolg der Heizung hat sich im Allgemeinen durchaus bewährt; meistens ist es möglich gewesen, die Temperatur zwischen 15 und 18° Réaumur zu erhalten. Nur in ungefähr 6 Zimmern haben sich obige Annahmen als nicht ausreichend erwiesen. Dieselben liegen alle im Erdgeschoſs dicht neben den Durchfahrten über Kellerräumen, welche nicht bewohnt, also auch nicht geheizt werden. Man wird daher nicht fehlgreifen, wenn man die Durchfahrtwände in anderen Fällen als Frontmauern behandelt, und für Fuſsböden über ungeheizten Kellerräumen das Doppelte, also 100 Wärme-Einheiten, an Verlust pro □^{m} rechnet.

Mit der Heizung ist eine Ventilations-Anlage folgender Art verbunden. Weite horizontale Luftcanäle unter dem Kellerfuſsboden werden von geeigneten Stellen des Grundstücks mit frischer Luft versehen und speisen die Zuleitungscanäle, welche unter den Heizkörpern ausmünden. In den Röhren der letzteren erwärmt sich die eingeführte frische Luft und steigt in die Höhe. Die Abführung der verbrauchten Luft geschieht durch besondere Canäle mit je 2 Oeffnungen in jedem Zimmer. Von diesen wird im Winter die obere geschlossen und die untere geöffnet, im Sommer dagegen die umgekehrte Einrichtung getroffen. Die genannten Abzugscanäle münden in Aspirationsschächte aus, durch welche die eisernen Schornsteine der Heizung durchgehen und hierdurch einen schnellen Luftzug erzeugen. Sommerfeuerungen sollen für den Bedürfnisfall auch dann die Lufterneuerung im Gange erhalten, wenn die Heizung sich nicht im Betriebe befindet.

Die Architektur der Straſsenfront schlieſst sich im Styl der italienischen Renaissance an. Auf gequadertem Unterbau aus Nebraer Sandstein von dunkler, röthlich-violetter Färbung erhebt sich ein 2 Stockwerke hoher, durch Pilasterstellungen getheilter Aufbau von hellgelblichem Seeberger Stein. Die zurückliegenden Flächen zwischen den Pilastern und unter den geraden Architraven sind aus hellrothem Nebraer Stein. Nur die beiden groſsen Risalit-Fenster, wie überhaupt alle Fenster des zweiten Stockwerks, sowie die Portale des Vorderhauses sind mit Rundbogen geschlossen. Im Uebrigen ist der horizontale Sandsteinsturz

Digitized by Google

durchgeführt. Das erste Stockwerk ist im ionischen, das zweite im korinthischen Styl gehalten. Das Ganze wird durch eine aus Säulchen und Rundbogen darüber bestehende Balustrade gekrönt. Die Eckrisalite, welche die Nachbargiebel decken, springen $1{,}_{30}$ m vor. Der Haupteingang wird durch eine zurückliegende Halle betont, welche durch 2 Eckpilaster und 2 schwarze polirte Syenit-Säulen gebildet wird. Auch das Innere dieser offenen Halle ist, die cassettirte Decke eingeschlossen, überall mit Sandstein bekleidet. In derselben befinden sich die Medaillonbilder rechterseits des grofsen Kurfürsten, als Gründer des Preufsischen, linkerseits des Kaiser Wilhelm, als Gründer des Deutschen Postwesens, ebenfalls in Sandstein gemeifselt. In den Rundbogenzwickeln über dem Hauptportal sitzen 2 ideale Frauengestalten, von welchen die eine schreibt, die andere einen empfangenen Brief liest. Die Zwickel über den Rundbogenfenstern des zweiten Stockwerks der beiden Risalite sind mit 4 Knabenfiguren, die Brief-, Geld-, Packet- und Feldpost darstellend, ausgefüllt. Aufserdem stehen auf den Eckpostamenten der Attika zwei männliche Figuren, Merkur und Neptun, Handel und Schifffahrt, sowie 2 Frauengestalten, die Wissenschaft und die Familie darstellend. Sie versinnbildlichen den grofsen Wirkungskreis, in welchem die Post als Vermittlerin von Handel und Wandel zu Wasser und zu Lande in rastlosem Eifer für alle Kreise des Lebens und Wissens arbeitet und schafft.

Die Garten- und Hoffronten sind im Rohziegelbau mit Flach- resp. Rundbogen durch Lisenentheilungen rhythmisch gegliedert und an die deutschromanische Kunst anlehnend, entwickelt. Die Gesimse, Formsteine, Console etc. sind von weifser Färbung, die bunten Friese von Mettlacher Fliesen nach gegebener Zeichnung, die Flächen von dunkelgelben Steinen hergestellt.

Was die innere Architektur des Gebäudes anbetrifft, so ist auch hier aller überflüssige Luxus sorgfältig vermieden, das Bestreben vielmehr dahin gerichtet worden, jeden Raum seinem Zweck entsprechend behaglich und so weit würdig zu gestalten, als die strengen Grenzen preufsisch-deutscher Sparsamkeit für derartige Gebäude gestatten. Die Durchfahrten haben Pilasterstellungen vorn mit dazwischen liegenden Arcadenöffnungen erhalten. Die böhmischen Kappen sowie die theilenden Flachgurtbögen sind sauber gemalt und zum Theil mit Stuckrosetten verziert.

Eine beachtenswerthere Ausbildung hat die dreiarmige Haupttreppe gefunden. Dieselbe besteht aus gufseisernen Podest- und Wangenträgern, dergleichen Futterstufen und einem Marmorbelag aus sogenanntem belgischen, blank polirten Granit. Zum Theil sind die Podeste von einfachen oder doppelten gufseisernen Säulen unterstützt, theils freitragend construirt. Die letzteren sind mit reichen Zinkcapitälen und Schaftverzierungen versehen. Der oberste Lauf des Treppengeländers endigt in zwei reich verzierten Beleuchtungs-Candelabern. Das Geländer selbst ist aus Schmiedeeisen in getriebener Arbeit hergestellt.

Die Wände des oberen freien Treppenraumes sind durch Pilasterstellung mit dazwischen liegenden Füllungen eingetheilt. Die Decke desselben ist bei einer freien Spannung von $9{,}_{36}$ m und einer Länge von $1{,}_{79}$ m freitragend zwischen eisernen Trägern, welche als Cassettenbalken benutzt sind, eingewölbt. Die schmiedeeisernen genieteten Hauptträger haben eine Höhe von $0{,}_{36}$ m und ein Widerstandsmoment von 1704.

Der Sitzungssaal des Collegiums im Kaiserlichen General-Post-Amt, die 3 Mittelfenster auf der Hauptaxe im zweiten Stockwerk einnehmend, zeichnet sich weniger durch seine Gröfse aus, da er nur 15 Plätze für die Berathungen darzubieten braucht. Vielmehr ist in demselben das Hauptaugenmerk darauf gerichtet, den Geist auf den Ernst und die hohe Bedeutung der darin stattfindenden Berathungen hinzuweisen. Gleich neben dem Haupteingange sind 2 colossale Marmor-Gedenktafeln angebracht, welche die Namen derjenigen der deutschen Postverwaltung Angehörigen der Nachwelt aufbewahren, welche während des deutsch-französischen Krieges 1870/71 ihre Treue für König und Vaterland mit dem Tode besiegelt haben, die beiden Seitenwände des Saales sind mit den 4 Porträtköpfen des Grofsen Kurfürsten, Friedrich's des Grofsen, Sr. Majestät des Kaisers Wilhelm I. und Sr. Königl. Hoheit des Kronprinzen, in Oel von Professor Schütze gemalt, geschmückt. In runden Medaillons über den Doppelpilastern hat die Aufstellung der Büsten folgender um die Entwickelung des Postwesens besonders hoch verdienter Männer stattgefunden: Die Reihe beginnt mit Franz und Graf Lamoral von Thurn und Taxis als Repräsentanten der alten Deutschen Reichspost und zeigt ferner folgende preufsische bezw. deutsche hohe Beamte und Würdenträger: den General-Postmeister von Segebarth, den Staatskanzler Fürsten Hardenberg, den Staatsminister und General-Postmeister von Nagler, den General-Post-Director Schmückert, den Staatsminister von der Heydt und den Reichskanzler Fürsten von Bismarck. Der Saal hat bei der Länge von $9{,}_{49}$ m eine Breite von $7{,}_{13}$ m und bei seiner bedeutenden Höhe von $6{,}_{50}$ m 2 Doppelpilastertheilungen übereinander erhalten, so dafs sich innerhalb der durchgeführten Holzarchitektur oberhalb 12 Friesfelder bilden, in welchen durch Kindergruppen eine symbolische Darstellung des Entwickelungsganges vorgeführt wird, welchen die Verkehrsmittel der Post von der ältesten Zeit herab bis auf die Gegenwart durchgemacht haben. Die in nachfolgender Beschreibung niedergelegten Gedanken sind von dem jetzigen General-Postdirector Dr. Stephan selbst angegeben und vom Professor Schütze malerisch dargestellt worden.

Das erste Bild bezieht sich auf Indien und Phönicien. Hermes lehrt den Phönicier Taut die Buchstabenschrift und einen indischen Braminen das arabische Zahlensystem. Er zeigt dem Taut einen Zug Kraniche am Himmel, nach welchem der Sage nach die Charaktere der Buchstabenschrift gebildet worden sein sollen.

Auf dem zweiten Bilde ist Semiramis dargestellt, umgeben von ihrem weiblichen Hofstaate. Sie erhält einen Brief des indischen Königs Stabrobates. Der Bote, dessen Eile das fliegende Gewand erkennen läfst, übergiebt soeben seinen aus zusammengelegten Holztäfelchen bestehenden Brief, dessen bei Diodorus Siculus als des ältesten Briefes der Welt Erwähnung geschieht. Ueber der Gruppe schwebt eine Taube, zur Erinnerung an den ersten Briefträger der Welt, die Taube Noah's.

Das dritte Bild. Nach Herodot soll es das erste Geschäft der Pharaonen gewesen sein, des Morgens die grofse Zahl der aus allen Namen des Reichs eingegangenen Briefe zu lesen, auch sollen die Priester streng auf Befolgung dieser

Digitized by Google

Regel gehalten haben. Ein solcher Briefempfang ist in diesem Bilde dargestellt. Rechts auf dem Tische, neben den bereits gelesenen Briefen, eine Sanduhr, als Hinweis auf das für die Post so wichtige Zeitmaafs.

Das vierte Bild behandelt die Einführung des Pferdes in den Postdienst, welche nach Xenophon in die Zeit des Cyrus fällt, und die Einrichtung von Poststationen. In der Kyropädie heifst es von den persischen Postpferden, dafs sie schneller seien, als Kraniche. Das Bild zeigt eine persische Relaispost. Links stürmt auf flüchtigem Rosse der Reiter heran und übergiebt seine Briefschaften dem harrenden Genossen zu eben so schneller Weiterbeförderung. — Thürme im Hintergrunde deuten auf die von Diodorus geschilderten Rufposten, und auf die Fackelsignale, welche nach Appulejus von solchen Thürmen aus gegeben und mittelst deren die Nachrichten äufserst schnell durch das Reich befördert wurden.

Bei dem fünften Bilde befinden wir uns in der poetischen Atmosphäre von Hellas; mit der realistischen Richtung des Verkehrswesens mischt sich die Symbolik hellenischer Mythologie. Ueber die Landschaft, in welcher sich im Hintergrund die Akropolis erhebt, wölbt sich ein Regenbogen, als Sinnbild der Iris, der Götterbotin. — Die Hauptfigur inmitten des Bildes, ein Hemerodrom, Läufer, der, Stab und Oelflasche (zum Salben der Füfse) an der Seite, dahineilt, ist mit dem Fichtenkranz, dem Siegespreis der isthmischen Spiele, geschmückt. Im Hintergrunde jagt ein Centaur, als Vereinigung von Mensch und Pferd die Paarung von Kraft und Schnelligkeit mit der Intelligenz veranschaulichend, ein recht eigentliches Symbol der Post. Die im schnellen Lauf gelösten Schriftrollen in seiner rechten Hand versinnbildlichen die Ausbreitung hellenischer Literatur durch den Verkehr. Auf dem Rücken des Centauren sitzt ein kleiner Amor, der die Liebesbriefe in die weite Welt trägt.

Das sechste Bild stellt den cursus publicus der Römer dar. Vom Stationshause im Hintergrunde werden links zwei Pferde eiligen Schrittes herangeführt. Rechts steht ein schwerer Wagen des cursus clabularis, der soeben mit Armaturstücken der Legionen beladen wird. Der Boden zeigt die fünfeckigen, genau gefügten Basaltquadern der Römerstrafsen. In der Ferne eilt, mit einem leichtfüfsigen Traber bespannt, der zweiräderige Wagen des cursus velox, das Cisium, dahin. Die römische Meilensäule im Hintergrunde deutet die grofse Strafsenvermessung des Reiches an, welche Augustus unter Agrippa's Leitung ausführen liefs.

Das Feldpostwesen der Alten ist zum Gegenstande der siebenten Darstellung gemacht und bildet damit den Abschlufs des Alterthums. — Die Figur im Mittelpunkt des Bildes ist die eines Heerführers, der die Skytala, den um einen Stab gewundenen Streifen, beschreibt, und so auf die damals übliche Art eine geheime Depesche herstellt, die nur von demjenigen entziffert werden konnte, der sich im Besitze des gleichen Stabes befand. Hinter ihm zwei tabellarii, kriegerisch gerüstete Boten, welche den Feldpostdienst zu Fufs und Rofs versahen. Der Bogenschütze in der Gruppe rechts und das Feuer auf dem Hügel versinnbildlichen die verschiedenen Communicationsmittel der Alten im Kriege. Man schofs Pfeile mit daran hängenden Briefen in belagerte Castra und Städte, und verkehrte so, über die Köpfe der Belagerer hinweg, mit den Belagerten.

Auf der achten Darstellung ist das deutsche Verkehrsleben im Mittelalter gezeichnet. — In der Gruppe rechts ein Mönch, mit dem Abfassen von Briefen für die um ihn stehenden Ritter beschäftigt. Links die Metzgerpost. Jener Gesell der ehrsamen Zunft, der emsig mit Ballen und Kisten handtirt, repräsentirt schon ein Stück deutscher Packetpost. Ein anderer verkündet die nahe bevorstehende Abfahrt durch das Signalhorn, welches die Metzger damals allgemein führten, und das seitdem ein Attribut der Post geblieben ist.

Den Vorwurf zum neunten Gemälde bildet der Orient. Eine gluthäugige Tochter Arabiens trägt ihre sehnsuchtsvollen Grüfse den Tauben auf, während die Geführtin hinter ihr den Selam bindet, den Brief der Blumensprache. — Im Hintergrunde eine maurische Stadt und eine Karavane, die Dromedarpost.

Das zehnte Bild gilt dem mächtigen Erwachen des Weltgeistes um die Zeit des funfzehnten und sechszehnten Jahrhunderts. Die Entdeckung Amerika's hat dem Seepostwesen, der Weltbedeutung der Post, Bahn gebrochen. Das im Hafen vor Anker liegende Schiff wird, wie die geschäftige Gruppe im Vordergrunde erkennen läfst, zur Reise nach dem neu erschlossenen Erdtheil jenseits des Oceans mit den Erzeugnissen der Industrie und Wissenschaft der alten Welt beladen. Der im Nachen stehende Schiffer bedarf zur Abfassung seiner Notizen nicht mehr der Hilfe eines Mönches. Nachdem die Volksschule an Stelle der Klosterschule getreten, ist das Schreiben Gemeingut geworden. Globus und Fernrohr deuten auf die Fortschritte der Geographie und Astronomie, die am Boden liegenden Bücher und Zeitungsballen auf zwei Hauptmaterien, welche seit Erfindung der Buchdruckerkunst der postalischen Thätigkeit hinzugekommen sind. Der reitende Postillon vermittelt die Verbindung mit dem zurückliegenden Festlande. — Ganz im Hintergrunde erhebt sich der Tafelberg am Cap, eine Allegorie auf den neu entstandenen Weltpostverkehr.

Die eilfte Darstellung führt uns in die Polarländer. — Vom Nordlicht beleuchtet, jagen die Rennthierpost und eine sibirische Hundepost über die Schnee- und Eisfelder des Polarlandes dahin. Die bezügliche Zeichnung ist nach den Originalmodellen auf der 1872 in Moskau stattgehabten polytechnischen Ausstellung entworfen.

Das letzte Bild endlich stellt allegorisch die Jetztzeit dar. — Ueber dem Erdballe, auf welchem zu Land und Meer die schnellen Diener des Verkehrs: die brausende Locomotive und der schlanke Postdampfer dahineilen, während in blauer Ferne auch ein Beförderungsmittel der Zukunft: der Luftballon, sichtbar wird, schwebt, das Banner der deutschen Reichspost in der Linken, ihr Grundgesetz in der Rechten haltend, der Genius des Weltverkehrs, begleitet von Mercur und Amor. Sein Flug kennt nicht mehr die Schranken, welche die Völker trennen; er sieht den allgemeinen Völkerfrieden zur Wirklichkeit geworden. —

Wenden wir uns nunmehr zu der praktischen Ausführung des ganzen Baues, so hat dieselbe beinahe ohne Ausnahme den bestehenden Bestimmungen gemäfs stattgefunden. Es sind einige 80 Verträge meist auf Grund des beschränkten Unterbietungsverfahrens abgeschlossen. Nur die Maurerarbeiten mufsten unter den damaligen Verhältnissen, welche eine Uebersicht der muthmaafslichen Kosten vorher auch nicht annähernd gestatteten, unter genauer Aufsicht in

Digitized by Google

Tagelohn ausgeführt werden. In der That stiegen auch die Löhne während des Baues selbst um ca 25 bis 30 %.

Die Kosten des ganzen Baues haben den Betrag des nachgeprüften Anschlages in Höhe von 2295000 Mark oder 765000 Thlr. nicht ganz erreicht. In genannter Summe sind die Kosten für die neue innere Einrichtung der Arbeitszimmer mit Inventarien-Gegenständen natürlich nicht mit inbegriffen.

Das vorliegend dargestellte Gebäude bildet den ersten gröfseren Neubau der Civilverwaltung des wiedererstandenen Deutschen Reiches und mufste schon aus diesem Grunde sich durch Gediegenheit der Herstellung in Ausführung und Material desselben würdig zeigen. Die in Nr. 20 des Deutschen Post-Archivs Jahrgang 1873 mitgetheilte Urkunde, welche in kurzen, grofsen Zügen die Entwickelung des Postwesens bis zum Zeitpunkt der Errichtung dieses Gebäudes darstellt und am 4. Juni 1872 in den Grundstein des Gebäudes versenkt wurde, lautet:

„Das Deutsche Postwesen, dessen unscheinbare Anfänge in das Zeitalter der Reformation zurückreichen, hat sich, fortwachsend im Laufe der Jahrhunderte, zu einer weit umfassenden, für das geistige wie materielle Leben der Nation unentbehrlichen Wohlfahrts- und Cultur-Anstalt entwickelt. Der Gang dieser Entwickelung war wesentlich bedingt durch Deutschlands politische Geschichte. Wie es dem weiland Deutsch-Römischen Reiche in vielfacher Beziehung an einer einheitlichen Staatsgewalt und einer gemeinsamen Vertretung nach Aufsen hin gebrach, so hat auch eine Deutsche Reichspost derzeit nur dem Namen nach bestanden, während in Wirklichkeit zahlreiche selbstständige Staats-Post-Institute innerhalb der einzelnen Deutschen Länder neben den vom Fürstlichen Hause Thurn und Taxis auf Deutschen Gebietstheilen unterhaltenen Posten sich herausgebildet und befestigt hatten. Nach der im Jahre 1806 erfolgten Auflösung des Deutschen Reiches aber war selbst der Name der Reichspost verschwunden, und noch zu Anfang des vorigen Jahrzehnts bestanden in Deutschland 17 selbstständige Postgebiete. Ob auch jede einzelne dieser Anstalten wohl gepflegt ward und in ihrem Bereiche Nützliches schaffte; ob auch im Vertragswege, namentlich durch den im Jahre 1850 auf Preufsens Anregung gegründeten Deutsch-Oesterreichischen Postverein, ein Zusammenwirken für weitere Ziele erstrebt und erreicht wurde: es fehlte immerhin dem Postwesen in Deutschland die Einheit in der Gesetzgebung, in der Verwaltung und Leitung, also das eigentliche Lebenselement, ohne welches ein so grofsartiges Verkehrsinstitut zur allgemeinen, unbehinderten Kraftentfaltung und deshalb auch zur vollkommenen Erfüllung seiner Aufgabe nicht wohl gelangen konnte.

Die für alle Zeit denkwürdigen Ereignisse der Jahre 1864, 1866 und 1870/71 haben mit der politischen Umgestaltung und Wiedergeburt Deutschlands auch die Deutsche Post von ihren beengenden Fesseln befreit.

In dem durch Gottes Gnade von Sr. Majestät dem Könige von Preufsen im Vereine mit den übrigen Deutschen Fürsten und den freien Städten wieder aufgerichteten Deutschen Reiche wurde das Postwesen verfassungsmäfsig als einheitliche Staats-Verkehrs-Anstalt organisirt und auf der Grundlage des bewährten preufsischen Postwesens aufgebaut, welches Friedrich Wilhelm der grofse Kurfürst von Brandenburg, ruhmreichen Gedächtnisses, im Jahre 1646 in das Leben gerufen hatte. Die Deutsche Reichspost ist zur Wirklichkeit geworden. Vom Kurischen Haff bis zu den Vogesen, von der Königsau bis zum Bodensee breitet sich das Netz ihres viel verzweigten Getriebes aus. Ein Gesetz regelt ihr Walten, eine Taxe gilt in ihrem Bereiche; als Einheit tritt sie bei Vertragsschlüssen dem Auslande gegenüber.

Die Verwaltung des Postwesens des Deutschen Reiches wird unter Leitung des Reichskanzlers von dem Kaiserlichen General-Postamte geführt, welches die Abtheilung I des Reichskanzler-Amtes bildet.

Das Reichs-General-Postamt, hervorgegangen aus dem vormals Preufsischen General-Postamte, hat einstweilen die von letzterem innegehabten Diensträume übernommen.

Dieselben befinden sich in einem von der Preufsischen Postverwaltung in den Jahren 1815, 1826, 1833 und 1841 erworbenen, in der Königsstrafse und Spandauerstrafse hierselbst belegenen Gebäudecomplexus, in welchem zugleich die technische Hauptbetriebsstelle — das Hof-Postamt — und die als Verwaltungsbehörde sämmtlichen hiesigen Postanstalten zunächst vorgesetzte Ober-Postdirection untergebracht sind. Nachdem die Einwohnerzahl der Haupt- und Residenzstadt, welche im Jahre 1815, nach Beendigung der glorreichen Befreiungskriege, noch 182000 betrug, auf mehr als 826000 angewachsen ist, und Handel wie Industrie seit jener Zeit zu einer ungeahnten Blüthe sich entfaltet haben, ergab sich das Bedürfnifs, jene Gebäude ungetheilt den zur Wahrnehmung des Postverkehrs von Berlin bestellten Behörden zu überlassen, dem Reichs-General-Postamte aber andere, dem Umfange der erweiterten Verwaltung entsprechende Räume zu überweisen. Deshalb haben Se. Majestät der Kaiser und König auf den Antrag des Fürsten Reichskanzlers zu beschliefsen und zu verordnen geruht, dafs, nachdem der Bundesrath und der Reichstag mit der Uebernahme der Kosten auf den Reichshaushalts-Etat sich einverstanden erklärt haben, das in der Leipzigerstrafse Nr. 15 hierselbst belegene Grundstück aus Reichsmitteln angekauft und auf demselben ein eigenes Gebäude für das General-Postamt des Deutschen Reiches errichtet werde.

Der Grundstein zu diesem im Jahre 1871 begonnenen Bau soll nunmehr gelegt werden.

In den weiten Räumen, welche auf diesem Grundsteine erstehen werden, vollende sich der Ausbau einer ihrem innersten Wesen nach zu segensreichem Wirken berufenen, dem öffentlichen Nutzen gewidmeten Anstalt. Möge sie fortschreiten in rüstiger Arbeit und geistiger Frische, würdig der Macht und des Ruhmes unseres theueren Vaterlandes! Möge sie durch die Kraft des Verkehrs jederzeit den Wohlstand und die Gesittung Deutschlands fördern helfen! Mögen ihr wackere deutsche Männer, wie in der Vergangenheit so in der Zukunft, in Treuen und Ehren die besten Kräfte ihres Lebens widmen, auf dafs sie in der Erfüllung ihres hohen Berufes immerdar stark und treu erfunden werde bis in die fernsten Zeiten!

Das walte Gott!

Gegenwärtige Urkunde ist in zwei gleichlautenden Ausfertigungen von dem Reichs-General-Postamte vollzogen und mit dem dienstlichen Insiegel versehen worden; und zwar soll die eine in den Grundstein des Gebäudes niedergelegt, die andere in dem Archiv der Reichs-Post-Verwaltung aufbewahrt werden.

So geschehen in der Haupt- und Residenzstadt Berlin am 4. Juni des Jahres 1872.

Kaiserliches General-Postamt des Deutschen Reiches.

gez. Stephan."

Erst kurze Zeit hat das Gebäude seinem Zwecke gedient, und schon ist vorauszusehen, dafs es nicht mehr lange den fortwährend gesteigerten Anforderungen an Raum für die fortdauernd sich vermehrenden Arbeitskräfte des Kaiserlichen General-Postamts ganz genügen wird. In der Voraussicht einer zukünftigen Vergrößerung ist der Grundrifs des Gebäudes so einfach und klar angelegt, dafs eine Erweiterung desselben nach allen Richtungen möglich ist. Das Material ist ebenfalls auf lange Dauer berechnet, beinahe unverwitterbar. Möge das Gebäude noch Jahrhunderte lang seinem guten friedlichen Zwecke dienen, möge es in inniger Gemeinschaft mit den übrigen Einrichtungen der Verwaltungsbehörden das Wachsthum und Gedeihen des ganzen Deutschen Reiches fördern helfen und mit der Zeit auch selbst sich weiter entwickeln und grofsartiger gestalten.

Schwatlo.

Der Zoologische Garten zu Berlin.

III. Der Bärenzwinger.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 41 im Atlas.)

Bei der Anlage des Bärenzwingers konnte von einer Süd-Ost-Lage in Bezug auf die Lebensgewohnheiten dieser Thierarten Abstand genommen werden. Es ist deshalb die Hauptfront des Gebäudes gegen Nord-Ost, direct dem Haupteingange des Gartens gegenüber so angeordnet, dafs sich dieselbe dem Auge des Gartenbesuchers als erstes Schaustück präsentirt. Da mit wenigen Ausnahmen sämmtliche Bärenracen jedweden Temperaturwechsel mit Leichtigkeit ertragen, so sind die sonst bei allen anderen gröfseren Häusern nöthigen Winterbehältnisse fortgefallen. Die im Grundrifs mit *a* bezeichneten Räume haben nur den Zweck, durch Versetzen der Thiere die täglich nothwendige Reinigung der Aufsenställe, sowie den häufig vorkommenden Wechsel dieser Bestien zu ermöglichen. Bei der Anordnung des Grundrisses war es für die Gestaltung desselben maafsgebend, eine möglichst grofse Schaufläche, sowohl von der Vorderfronte wie auch von der Plattform aus für das Publicum zu gewinnen. Durch die gewählte Form, mit den an beiden Seiten vorgeschobenen Ställen wurde dies erreicht.

Für die Gestaltung der Architektur war es geboten, einen möglichst schweren, festungsartigen Charakter zu wählen, um dem Beschauer das Gefühl der möglichsten Sicherheit, gegenüber der Wildheit dieser Thiere, zu geben. Ein Löwe oder Tiger wird selten seine Kräfte gegen die ihn umgebenden Gitter oder Wände in Anwendung bringen, dagegen unterläfst der Bär nie, die Festigkeit seines Gefängnisses einer fortwährenden Prüfung zu unterwerfen. Dieser Umstand verbietet auch die Anwendung hölzerner Scheidewände und Verbindungsthüren, so dafs hier nur massives Mauerwerk als Abschlufswände der einzelnen Behältnisse, sowie eiserne Thüren sich als vollständig sicher erwiesen haben.

In Rücksicht hierauf sind sämmtliche Gitter von einzölligem Rundeisen mit verbindenden Flachschienen von $2\frac{1}{2}$ Zoll Breite, $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke, also stärker als im Raubthierhause gewählt. Die Thüren werden, wie bei vorgenanntem Hause mittelst Ketten, deren Endgriffe sich unter festem Verschlufs befinden, in die Höhe gezogen. Da diese Ketten gröfstentheils an der Hinterfronte, unter der Treppe, welche zum Plateau führt, münden, so war eine Durchführung derselben durch die Reserveställe nicht zu vermeiden; festvermauerte Gasrohre umkleiden die in den Käfigen freiliegenden Ketten, und hindern die Thiere, ein Hochziehen der Thüren selbstständig zu bewirken.

Die Thürverschlüsse der Aufsengitter sind wie beim Raubthierhause construirt (siehe den Text zum Raubthierhaus).

Für die Ausführung ist auch hier der Solidität und geringer Reparaturkosten wegen dem Ziegelrohbau, aus weifsem und rothem Verblendmaterial mit Hinzunahme weniger Profilsteine, der Vorzug gegeben.

Die $0{,}_{70}$ m über dem Terrain liegende Höhe der Plinthe bildet zugleich die Höhe für die Fufsböden der einzelnen Ställe. Letztere, aus flachem Klinkerpflaster mit $\frac{3}{4}$ Zoll starkem Cementbelage hergestellt, haben sich nicht als practisch erwiesen. Gröfstentheils durch die Einwirkung des Frostes, theils auch durch Senken des aufgefüllten Bodens entstanden Risse in dem Cementbelage, welche jederzeit von den Bären einer Untersuchung unterzogen und durch permanentes Scharren und Kratzen so erweitert wurden, dafs nach kurzer Zeit grofse Oeffnungen entstanden. Ein an diese Stelle gesetztes Rollschichtpflaster in Cementmörtel entspricht dagegen jetzt allen Anforderungen. Eine zweiseitige, $1{,}_{56}$ Meter breite Granittreppe führt zu der schon erwähnten Plattform, von welcher dem Beschauer eine bequeme Uebersicht über sämmtliche Räume gewährt wird. Die in jedem Käfig angebrachten, theils kugelförmig, theils mit Stichkappe geschlossenen Nischen bieten mit den darin aufgeführten Lagerstellen aus Feld- und Kalksteinen den Insassen ein Plätzchen, um sich der von ihnen so sehr geliebten ungestörten Ruhe hinzugeben. Andererseits wurde für das Publicum die so gern erstiegene Plattform bedeutend erweitert.

Begonnen wurde der Bau im Juni 1870; derselbe nahm einen Zeitraum von vier Monaten in Anspruch, so dafs bereits Anfang November die Uebersiedelung aus dem alten Zwinger stattfinden konnte.

Der Gesammtpreis der Anlage beträgt 9000 Thlr. (27 000 RMark), ergiebt mithin bei 3750 □Fufs ($369{,}_{37}$ □m) bebauter Fläche einen Einzelpreis von $\frac{1}{2}$2 Thlr. 12 Sgr. pro □Fufs (rot. $74{,}_{0}$ RMark pro □m), wobei bemerkt werden mufs, dafs allein 2000 Thaler für die Gitter zur Verwendung gekommen sind. (Fortsetzung folgt.)

Ende & Böckmann.

Digitized by Google

Das Städtische Allgemeine Krankenhaus in Berlin im Friedrichshain.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 24 bis 32, 42 bis 47, 66 bis 68 im Atlas.)

(Fortsetzung.)

Die Resultate der Beobachtungen, welche in den Monaten Februar und März des Jahres 1870 bei beiden Systemen angestellt wurden, sind von dem Baumeister v. Weltzien und dem Ingenieur R. Henneberg zusammengestellt und von ihnen einem Berichte über die ausgeführten Heizungs- und Ventilationsproben zu Grunde gelegt worden.

Es bestätigten und berichtigten diese Versuche die früheren Annahmen und es bieten die Beobachtungen sowohl für die ihnen unterworfenen Bauanlagen, als auch für die Frage der Heizung und Ventilation überhaupt so wichtige Momente, dafs wir die vollständige Mittheilung derselben hier nicht vorenthalten zu dürfen glauben und dieselbe hier aus der Beilage XVII zu Nr. 28 des Communalblattes vom Jahre 1870 folgen lassen:

Bericht

über die in den einstöckigen Pavillons Nr. VII und Nr. VIII angestellten Heizungs- und Ventilations-Proben.

Nachdem durch Beschluss der Stadtverordneten-Versammlung vom 27. Januar c. die Kosten bewilligt worden waren, um sowohl Untersuchungen darüber anzustellen, ob, und in welchem Grade die nach verschiedenen Systemen eingerichteten Heizungen der grofsen Krankensäle den an dieselben zu stellenden Anforderungen genügen, als auch die Vortheile und Nachtheile beider Anlagen zu ermitteln, wurden von den beiden Unterzeichneten die im Nachstehenden erläuterten Messungen vorgenommen, deren Resultate, für jedes Gebäude getrennt registrirt, diesem Berichte beigefügt sind.

Die Anlage beider Heizsysteme wurde auf Grund abgeschlossener Verträge von den Herren Fabrikanten Schäffer und Walcker ausgeführt und lassen sich die contractlichen Verpflichtungen derselben in Bezug auf die Heizung und Ventilation der Krankensäle kurz dahin zusammenfassen, dafs für jedes System die Bedingung zu erfüllen ist, bei jeder Aufsentemperatur und constanten Erhaltung einer Saaltemperatur von 15 Grad Réaumur eine Ventilation von mindestens 2500 Cubikfufs pro Bett, d. i. 70000 Cubikfufs pro Saal und Stunde, zu bewerkstelligen.

In dem Pavillon Nr. VII wurde zur Erreichung dieser Anforderungen eine Mitteldruck-Wasserheizung gewählt, welche aus zwei getrennten Heiz-Apparaten besteht, von denen der eine zur Erwärmung der Ventilationsluft, der andere zur directen Heizung der Räume vermittelst strahlender Wärme dient. In dem Pavillon Nr. VIII hingegen wird der grofse Saal durch zwei unter demselben hergestellte Luftheizungsöfen erwärmt, indem sich hier die Ventilationsluft an den eisernen Rauchröhren erwärmt, und da auch hier die Wirkung der strahlenden Wärme nicht entbehrt werden sollte, so wurde jeder Heizapparat noch mit einem in Form eines Säulenofens sich darstellenden Blechcylinder versehen. Derselbe ist mit Chamottsteinen ausgemauert, welche Züge bilden, und durch diese kann nach Belieben, je nach der Stellung eines Schiebers, die Feuerung hindurch geleitet werden.

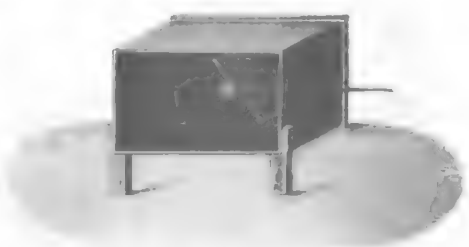
Nachdem die Säle beider Pavillons eine Zeit lang bis zur Vollendung der Putzarbeiten geheizt worden waren und hierbei sich schon zur Genüge ergeben hatte, dafs die Heizanlagen im Stande sind, bei einer Aufsentemperatur von − 17 Grad Réaumur die Temperatur in den Sälen bei voller Ventilation und trotz der bedeutenden Menge des zu verdunstenden Wassers auf + 16 Grad Réaumur zu erhalten, wurde mit den eingehenden Untersuchungen über die Bewegungen der Luft und die Quantitäten der Lufterneuerung beim Pavillon Nr. VII am 25. Februar, beim Pavillon Nr. VIII am 4. März definitiv begonnen; vorher jedoch waren zur Orientirung generelle Messungen vorgenommen worden, deren Resultate als nicht weiter maafsgebend nicht notirt worden sind.

Zur Messung der Geschwindigkeit aller Luftströmungen bediente man sich eines von Neumann in Paris construirten Anemometers.

Gleich bei den ersten Versuchen ergab sich jedoch, dafs die dem Instrumente beigegebene Formel höchst unwahrscheinliche Resultate lieferte; dasselbe wurde daher an dem Gasmesser der Schäffer u. Walcker'schen Fabrik controlirt und hierbei der Correctur der Formel die Aufstellung einer Tabelle vorgezogen, welche den beiden Versuchsregistern vorangestellt ist; auch befinden sich neben derselben (S. 461 u. 462) die betreffenden Grundrisse der Säle VII und VIII mit Angabe der in den Listen gebrauchten Bezeichnungen für die Ventilationsöffnungen.

In dem Schornsteinmantel, sowie in den Luftzuführungscanälen wurden die Luftströmungen durch directe Einbringung des Anemometers beobachtet und waren Vorrichtungen getroffen, dafs die hierzu dienende Oeffnung nach der Einbringung des Instrumentes möglichst dicht geschlossen werden konnte.

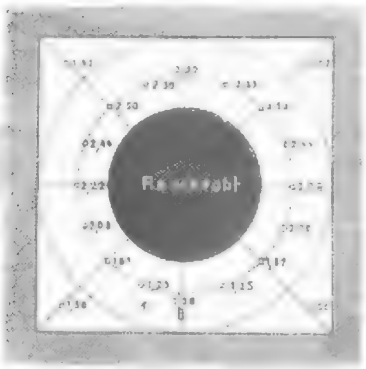
Bei den mit Drosselklappen versehenen Ventilationsöffnungen der Säle, von welchen alle Gitter beseitigt wurden, war die Anbringung des Instrumentes nicht thunlich, sobald die Klappen in eine andere als vertikale Stellung gebracht werden mufsten, denn hinter dem Eintritt in die Oeffnung theilte sich der Luftstrom mit verschiedenen Geschwindigkeiten. Vor den Absauge-Oeffnungen wurde deshalb ein hölzerner Kasten angebracht, in welchen sich seitlich der Anemometer einführen liefs und woraus gleichzeitig der Vortheil entstand, mit stets gleichen Querschnitten und allein variabler Geschwindigkeit rechnen zu können.



Der Umfang sowie die Art und Weise der Versuche ist aus den Versuchsregistern zur Genüge ersichtlich, es bleibt nur zu erwähnen, dafs in Betreff der Messungen in den Schornsteinmänteln dieselben beim Pavillon Nr. VII im Punkte *A*,

Digitized by Google

Pavillon Nr. VII. 29. März 1870.
Tageraum.

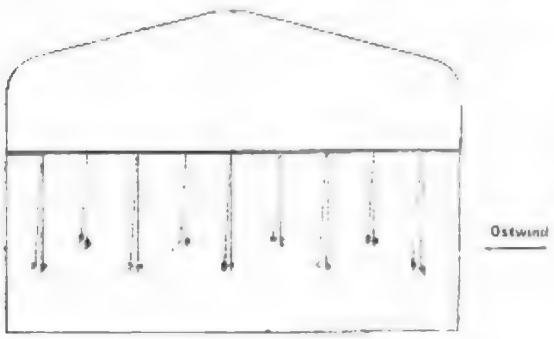


Saal

beim Pavillon Nr. VIII im Punkte *B* der vorstehenden Skizze erfolgten. Eine Untersuchung, ob die Geschwindigkeit an jeder Stelle der Querschnitte dieselbe sei, ergab so bedeutende Verschiedenheiten, dafs eine Messung der Geschwindigkeiten in allen nebenbezeichneten Punkten erforderlich wurde, wodurch sich bei oftmaliger Wiederholung Coëfficienten von genügender Genauigkeit feststellen liefsen, mit welchen die bei *A* und *B* beobachteten Strömungen zur Erlangung der mittleren Geschwindigkeiten im ganzen Schornsteinmantel zu multipliciren sind. Für den Punkt *A* ergab sich der Coëfficient $1_{,61}$, für den Punkt *B* $1_{,86}$ und sind als Beispiel für die Zu- und Abnahme der Strömungen die bei einem derartigen Versuche ermittelten Geschwindigkeiten in die Skizze eingetragen worden.

Entgegen früheren Voraussetzungen zeigte es sich, dafs die Geschwindigkeiten in den dem Schornstein zunächst gelegenen Absaugungsöffnungen von den entferntesten nur unwesentlich und nach keinem bestimmten Gesetz verschieden waren; weit gröfsere Differenzen sind bei windigem Wetter zwischen der linken und rechten Seite des Saales beobachtet worden, indem die dem Winde ausgesetzte Seite des Saales stets geringere Luftströmungen zeigte, als die gegenüber liegende. Zur Ermittelung einer durchschnittlichen Geschwindigkeit in den Ventilationsöffnungen wurden deshalb stets mehrere Messungen am Anfang und Ende des Saales links und rechts vorgenommen.

Es sei hier noch die Beobachtung erwähnt, welche über den Einfluſs des Windes auf die Luftströmung im Saale



gemacht wurde und welche zugleich Aufschluſs über die soeben berichtete verschiedene Wirkung der Ventilation giebt. Wie in der vorstehenden Skizze angedeutet, waren quer durch den Saal Flaumfedern an Coconfäden aufgehängt worden, um an ihnen die Circulation der Luft zu erkennen. Wenn dies nun auch nicht, wie erwartet, gelingen wollte, so konnte hierdurch doch die interessante Thatsache festgestellt werden, dafs bei starkem Ostwind z. B. überall da die Fäden ihre vertikale Lage verlassen hatten und in einer von links nach rechts abnehmenden Abweichung, wie neben punktirt, verharrten, wo sie nicht durch heftigere Luftströmungen der aufsteigenden warmen Luft auch schon früher aus ihrer natürlichen Lage gebracht worden waren.

Die Messungen der durch die Kaltluftcanäle den Heizkammern zugeführten Luftmengen geschah nur in einigen Fällen, denn es mufsten die Resultate ungenau werden, weil die Luftströme an den auch in diesen Canälen befindlichen Drosselklappen stets mit verschiedenen Geschwindigkeiten getheilt waren; auch konnte auf diese Ermittelungen ein gröfseres Gewicht nicht gelegt werden, da sich die durch die Undichtigkeit der Fenster einströmende und durch die Fugen der zugeschalten Deckenöffnung der Sommerventilation entweichende Luftmenge jeder Berechnung entzog.

Die Temperaturen wurden während der ganzen Versuchsperiode zweistündlich in Graden Réaumur notirt, der Kohlenverbrauch ist von 24 zu 24 Stunden nach dem Gewicht angegeben und befinden sich aufserdem unter der Tabelle die Notizen über den Hygrometerstand, welche den relativen Feuchtigkeitsgehalt der Luft direct in Procenten angeben.

In der nun folgenden Betrachtung können aus den gewonnenen Resultaten wohl Schlüsse über das Wesen der Ventilation gezogen werden, doch ist es nicht wohl möglich, aus dem angegebenen Kohlenverbrauch auch nur annähernd die künftigen Kosten der Heizung zu ermitteln; es soll im Folgenden nur versucht werden, einen Anhalt dafür zu gewinnen, welches der beiden ausgeführten Systeme in Betreff des Kohlenverbrauchs für das sparsamere zu halten ist, da in dieser Hinsicht ein genaueres Resultat, in Rücksicht auf die während der Dauer der Versuche wirkenden besonderen Umstände, nicht zu erreichen war. Um einer unrichtigen Schätzung der Resultate in Betreff des Kohlenverbrauchs vorzubeugen, sei hier nur erwähnt, dafs während der Versuche die Ventilation im Pavillon Nr. VIII durchschnittlich eine schwächere war, als im Pavillon Nr. VII, und dafs die Natur der Wasserheizung es zur Bedingung machte, in Letzterem auch die Nebenräume wenigstens soweit zu erwärmen, dafs die Gefahr des Einfrierens der Röhren beseitigt war. Der frisch geputzte Zustand der Saalwände, das Fehlen der Fufsböden und der Firstventilationsklappen, sowie noch manche andere nachtheilige Einflüsse wirkten zusammen, so dafs der bei den Versuchen erforderlich gewesene Aufwand an Brennmaterial nicht als ein normaler anzusehen ist.

Aus den Resultaten des 3. März folge hier die Ermittelung, wie viel Brennmaterial erforderlich war, 1000 Cubikfufs Luft durch Wasserheizung und desgleichen durch Luftheizung um 1 Grad Réaumur zu erwärmen. Es waren an diesem Tage die Wasseröfen in den kleineren Räumen des Pavillons Nr. VII zwar ausgeschaltet, dennoch wird die Annahme berechtigt sein, dafs, abgesehen von jeglicher Ventilation, die Luft in diesen Räumen, welche rot. 475000 Cubik-

fuſs beträgt, um, wie beobachtet, stets eine um 2 Grad höhere Temperatur als die Aufsentemperatur behaupten zu können, durch die Undichtigkeiten der Verschlüsse und die von den Verbindungsröhren abgegebene Wärme stündlich um 2 Grad erwärmt wurde.

Werden die Abkühlungsflächen, als bei beiden Pavillons genau dieselben, aufser Betracht gelassen, so ergiebt sich für

	Pavillon Nr. VII	Pavillon Nr. VIII
das, bei einer mittleren Aufsentemperatur von 5 Grad auf die mittlere Saaltemperatur von	14 Grad	$12\frac{3}{4}$ Grad
reducirte Ventilations-Quantum pro Stunde von rot.	84000 Cbf.	70900 Cbf.
oder auf 24 Stunden von	2016000 -	1701600 -
welches um 14° — 5° =	9 Grad	
resp. $12\frac{3}{4}$° - 5° =		$7\frac{3}{4}$ Grad
erwärmt worden ist; um 1 Grad waren mithin zu erwärmen	18144000 -	13187400 -
Hierzu kommen für die Nebenräume bei Pavillon Nr. VII 47500 · 24 · 2 =	2280000 -	
Für diese	20424000 -	13187400 -
betrug der Kohlenaufwand	800 Pfund	340 Pfund
d. i. pro 1000 Cbf. Luft um 1 Grad zu erwärmen bei	Wasserheizung $0_{,0391}$ Pfd.	Luftheizung $0_{,0258}$ Pfd.

Um aus dieser Ermittelung einen Schluſs auf den Gesammtkohlenverbrauch zu ziehen, welcher an diesem Tage bei vorschriftsmäfsiger Ventilation und Erwärmung aller Räume eingetreten sein würde, ist ein Ventilationsquantum

pro Saal mit	70000	Cubikfuſs,
pro Tageraum	10000	-
für Bäder und Closets	5000	-
für alle übrigen Räume	32500	-
zusammen von	117500	Cubikfuſs

in Betracht zu ziehen.

Dasselbe würde 24 mal von 5 Grad auf 15 Grad zu erwärmen gewesen sein und es würden 117500 · 24 (15 — 5) = 28200000 Cubikfuſs um 1 Grad zu erwärmen nach Obigem gekostet haben:

bei der Wasserheizung	bei der Luftheizung
$\frac{28200000 \cdot 0_{,0391}}{1000}$	$\frac{28200000 \cdot 0_{,0258}}{1000}$
= rot. 11 Centner	= rot. $7\frac{1}{4}$ Centner
Steinkohlen.	

Es läfst sich nach dieser Berechnung wohl mit genügender Sicherheit annehmen, dafs bei der Wasserheizung der von den Unternehmern garantirte Kohlenverbrauch unter normalen Verhältnissen nicht überschritten werden wird, während es keinem Zweifel unterliegt, dafs bei der Luftheizung der Verbrauch ein erheblich geringerer sein wird.

Versuche im Saale des Pavillons Nr. VII.

Bei allen angestellten Untersuchungen ist ein schnellerer Luftwechsel, als der vorgeschriebene von 70000 Cubikfuſs pro Stunde (d. i. 2500 pro Bett) constatirt worden. Das Minimum, bis zu welchem durch Drosselung der Klappen in

den Abzugsöffnungen auf 10° herabgegangen wurde, betrug am 28. Februar, Versuch Nr. 6, 77838 Cubikfuſs; dabei wurde es mit Rücksicht darauf belassen, dafs auch während der Nacht, wo die Temperaturdifferenz zwischen Innen und Aufsen eine geringe war, das vorschriftsmäfsige Quantum evacuirt werden sollte.

Vom 28. Februar bis 4. März incl. wurden die Beobachtungen bei dieser annähernd die Anforderungen nicht übersteigenden Ventilation angestellt. Die aus dem System ersichtlichen Schwankungen des ventilirten Luftquantums sind zum gröfsten Theil der Saugewirkung des Windes im Schornsteinkopf zuzuschreiben, da, wie der Versuch Nr. 1 vom 19. März ergiebt, selbst bei mäfsigem Winde durch diesen allein ohne jegliche Heizung die vorgeschriebene Ventilation bewirkt wurde.

Die durch den Schornsteinmantel abgeführten Luftvolumen ergeben sich stets gröfser wie die in den Saugeöffnungen gemessenen, weil erstens die Luft beim Eintritt in den Ventilations-Schlot sich in Folge der hier herrschenden höheren Temperatur ausdehnt und weil zweitens in Folge der Undichtigkeiten des Mauerwerks und der Saugekraft des Schornsteins die Evacuationscanäle nicht ausschliefslich Luft von dem Saale entnehmen. Durch den Versuch Nr. 4 des 7. März ist dieser Umstand erwiesen, denn der Schornstein führte hier bei geschlossener Ventilation ein Quantum von 129500 Cubikfuſs pro Stunde ab, wovon auch ein Theil auf die Undichtigkeit der Drosselklappen zu rechnen ist.

Da unter den Versuchsregistern die geringen Modificationen bei den einzelnen Beobachtungen stets angegeben sind, so wird hier von einer detaillirten Beschreibung derselben Abstand genommen. Es ist z. B. aus den Versuchen vom 26. und 28. Februar, sowie vom 5. März direct der Einfluſs ersichtlich, welchen die Stellung der Klappen in den Kaltluftcanälen auf die Stärke der Ventilation bei gleichbleibender Stellung der Evacuationsklappen ausübt. Eine wie beträchtliche Ventilation durch gänzliches Oeffnen aller Klappen auch bei der keineswegs sehr erheblichen Temperaturdifferenz von 15 Grad zwischen Innen und Aufsen erreicht werden kann, zeigten die Versuche Nr. 5 vom 7. und Nr. 4 vom 8. März; es kommen danach

in einem Falle $\frac{221538}{28}$ = 7912 Cubikfuſs,

im andern Falle $\frac{199584}{28}$ = 7128 -

stündlich auf jeden Kranken. Es steigt hierbei folgerichtig der Kohlenverbrauch von $5\frac{1}{2}$ Ctr. am 6. März bei eingestellter Ventilation, und von 8 Ctr. am 3. März bei vorgeschriebener Ventilation, auf 11 und 12 Ctr. am 8. resp. 9. März bei dem zu erreichenden Maximum der Ventilation.

Die Versuche vom 15., 19. und 29. März wurden zur Erprobung theils der Wirkung der Coaksfeuerung, theils der Saugewirkung des Windes ohne jegliche künstliche Erhöhung der Temperaturdifferenz angestellt.

Um noch in anderer Weise, wie durch anemometrische Messungen den Luftwechsel zu constatiren, ist bei verschiedener Ventilation der Saal gänzlich mit Pulverdampf angefüllt worden, indem jedesmal in der Heizkammer 1 Pfd. Sprengpulver abgebrannt wurde.

Digitized by Google

Bei ganz geöffneter Ventilation am 9. März verschwand innerhalb zwei Stunden der Dampf vollständig mit Hinterlassung eines schwachen Geruchs, welcher nach einer weiteren Stunde nicht mehr zu empfinden war. Bei vorschriftsmäfsiger Ventilation am 10. März wurde erst nach vier Stunden die Luft vollständig klar und hatte sich der Geruch nach der fünften Stunde verloren.

Es wäre dieser Beobachtung gemäfs nach einer sechs- bis achtfachen Luftvermengung auf eine gänzliche Lufterneuerung zu schliefsen, wie dies auch mit der gewöhnlichen Annahme übereinstimmt.

Diese Versuche boten zugleich Gelegenheit, die Luftströmungen im Saale zu beobachten und die geringen Erfahrungen zu ergänzen, welche hierüber durch die an Cocon-fäden befestigten Flaumfedern bereits gemacht worden waren. Der Pulverdampf stieg aus den Oeffnungen der Heizkammer in compacter Masse bis zur Saaldecke empor und bot fortschreitend das in den nachstehenden Skizzen angedeutete Bild. Nachdem die Dampfwolken an der schrägen Decke herabgeglitten, senkten sie sich an den Abkühlungsflächen nieder, und war es genau zu beobachten, wie dieselben an den Fensterflächen stets denen der weniger kalten Fensterpfeiler vorauseilten, bis allmälig, bei sich ausgleichender Dichtigkeit, der Dampf in horizontaler Schichtung sich bis in den Wirkungsbereich der Ventilation niedersenkte, durch welche er dann abgesogen wurde.

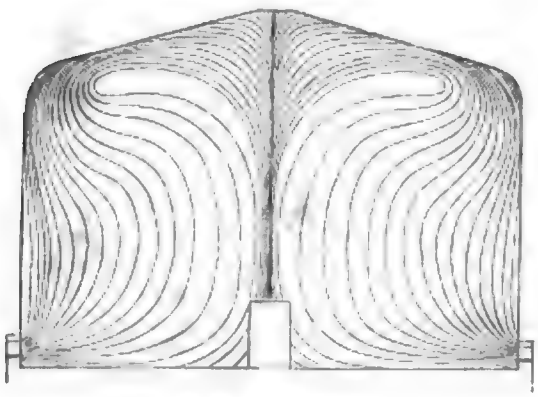
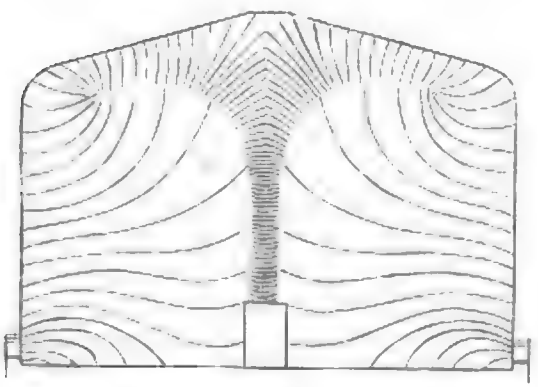


Bild der Luftbewegung.



Ungefähres Bild der Luftschichten von gleicher Temperatur.

Versuche im Saale des Pavillons Nr. VIII.

Die Versuche sind hier im Wesentlichen analog denen im Pavillon Nr. VII angestellt worden und ist auch hier eine zu jeder Zeit stärkere Ventilation wie die vorgeschriebene constatirt.

Der auffallende Unterschied zwischen dem nach Versuch Nr. 5 vom 4. März und den nach den Versuchen des folgenden Tages abgeführten Luftvolumen ist nicht ausschliefslich dem am 5. März herrschenden stärkeren Winde zuzuschreiben, es war die vom Keller nach dem vor dem Schornstein befindlichen Sammelraum der verdorbenen Luft führende Einsteigethür nicht geschlossen worden, so dafs der Ventilationsschlot theilweise die Luft aus dem Souterrain ansog und seine Wirkung auf den Saal geschmälert war.

Die Versuche vom 5. März zeigen, wie durch allmälige Drosselung der Klappen eine Ventilation erreicht wurde, welche die vorgeschriebene zwar noch erheblich übertrifft, aber in Rücksicht auf die Natur der hier angeordneten Heizung, bei welcher eine schnellere Abkühlung stattfindet, nicht vermindert wurde. Im Allgemeinen ist die Stellung der Klappen in den Abströmungscanälen auf $12\frac{1}{2}°$, in den Zuströmungscanälen auf 30 bis 45 ° bis zum 11. März beibehalten worden; bis zum 14. blieben dann alle Klappen ganz geschlossen und wurden darauf bis zum 16. März ganz geöffnet; der Kohlenverbrauch variirte diesen Manipulationen entsprechend.

Im Uebrigen kann hier nur auf das Versuchsregister verwiesen werden, welches auch die Resultate der ebenfalls hier wie im Pavillon Nr. VII angestellten Proben, sowohl über die Wirkung der Coaksfeuerung, wie über die des Windes allein, enthält.

Vergleichung beider Heizsysteme.

Bevor hier zur Aufzählung der Vor- und Nachtheile eines jeden Systemes geschritten wird, verdient ein Nachtheil hervorgehoben zu werden, an welchem beide Anlagen leiden und dessen Beseitigung ohne grofse Schwierigkeiten zu ermöglichen ist.

In dem Saale des Pavillons Nr. VII befinden sich 14, in dem des Pavillons Nr. VIII sogar 16 Drosselklappen, deren richtige Einstellung zur Erzielung einer gleichmäfsigen, sowohl von Wind wie Temperaturdifferenz beeinflufsten Ventilation einem Krankenwärter anvertraut werden mufs. Dieser Umstand bietet geringe Gewähr für die rationelle Ausführung einer mühsamen und mit Berücksichtigung der verschiedenen Verhältnisse öfter zu wiederholenden Arbeit. Es geht deshalb der Vorschlag dahin, alle diese Klappen überflüssig zu machen durch die Anbringung einer einzigen gröfseren an dem Fufse des Ventilationsschlotes im Sammelraum der verdorbenen Luft. Dieselbe mufs sich vom Saale aus reguliren lassen und ein deutlicher Indicator mit Scale mufs dem controlirenden Arzt auf den ersten Blick den Grad der vorhandenen Ventilation anzeigen. — Als

Vortheile der Wasserheizung

sind anzuführen:

1. Die Räume sind durch die gröfsere Aufspeicherung von Wärme bei aufmerksamer Bedienung der Heizapparate auf annähernd gleichmäfsiger Temperatur zu erhalten.
2. Das Maximum der zu erreichenden Ventilation kann bis auf die $3\frac{1}{2}$fache der bedingten gesteigert werden.

Digitized by Google

3. Die Heizapparate lassen sich in einem Raume vereinigen — leichterer Betrieb.

Nachtheile der Wasserheizung:

1. Hohes Anlagecapital = $1\frac{1}{2}$ der Luftheizung.
2. Kohlenverbrauch = $1\frac{1}{2}$ mal den der Luftheizung.

Vortheile der Luftheizung:

1. Geringeres Anlagecapital = $\frac{3}{4}$ der Wasserheizung.
2. Geringerer Kohlenverbrauch = $\frac{2}{3}$ der Wasserheizung.
3. Schnellere Erwärmung der Räume.
4. Das Maximum der Ventilation kann bis auf das $2\frac{1}{2}$-fache der bedingten gesteigert werden.

Nachtheile der Luftheizung:

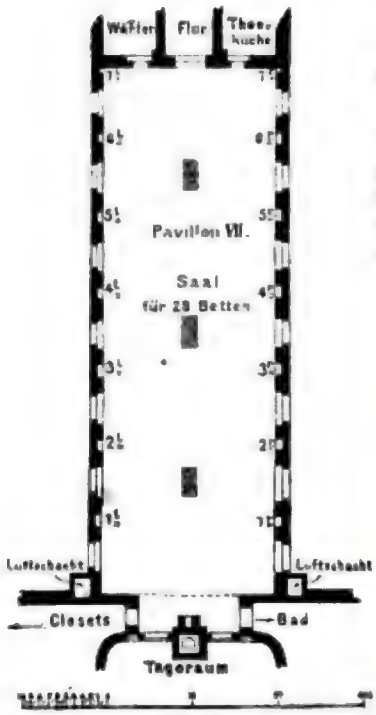
1. Schnellere Abkühlung der Räume und damit verbundene Abnahme des Ventilations-Effectes.
2. Erschwerter Betrieb durch die gröfsere Zahl und Vertheilung der Heizapparate.
3. Das nicht zu vermeidende Geräusch, welches die Bedienung der unter dem Saalfufsboden liegenden Heizungen verursacht.

Beide Systeme haben im Allgemeinen den contractlich an sie zu stellenden Anforderungen genügt.

Ein nachtheiliger Einfluſs des einen oder anderen Systems auf die Beschaffenheit der Luft, wie solcher bei Hochdruck-Wasserheizung oder bei Heizung durch eiserne Oefen bemerkt wird, ist nicht hervorgetreten.

Berlin, im April 1870.

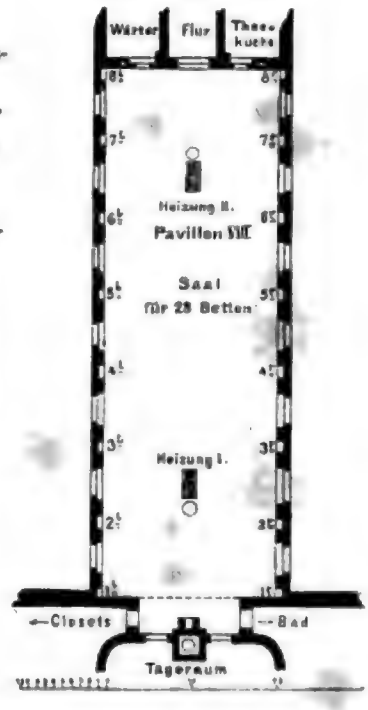
v. Weltzien, Baumeister. R. Henneberg, Ingenieur.



Tabelle

der, den am Anemometer beobachteten Umdrehungszahlen entsprechenden Geschwindigkeiten.

Zahl der Umdreh. pro Min.	Geschwindigkeit pro Sec. Fufs	Zoll	Zahl der Umdreh. pro Min.	Geschwindigkeit pro Sec. Fufs	Zoll
60	—	6	350	2	2
70	—	7	365	2	3
80	—	8	380	2	4
90	—	9	395	2	5
105	—	10	420	2	6
125	—	11	435	2	7
140	1	—	460	2	8
155	1	1	480	2	9
170	1	2	450	3	—
185	1	3	580	3	3
200	1	4	650	3	6
220	1	5	700	3	9
235	1	6	750	4	—
250	1	7	795	4	3
260	1	8	850	4	6
275	1	9	905	4	9
290	1	10	940	5	—
300	1	11	1000	5	6
310	2	—	1075	6	—
330	2	1	—	—	—



Digitized by Google

Beobachtungen bei den Heizungs- und Ventilations-Versuchen im Pavillon Nr. VII.

Laufende Nummer.	Datum.	Tageszeit	Geschwindigkeit der Luft: im Schornsteinmantel: Querschnitt = 11,0 Quadratfuss: Zahl d. Umdreh. pro Minute; Geschwindigkeit pro Secunde in Fuss; Abgeführte Luftquantum pro Stunde Cbf.	in den Ventilationsöffnungen des Saales: Querschnitt = 14 1,02 = 18,14 Quadratfuss: Nummer der Oeffnung; Zahl der Umdrehungen in Minuten; Geschwindigkeit pro Secunde in Fuss; Abgeführte Luftquantum pro Stunde Cbf.	in den Canälen für kalte Luft, Querschnitt = 10,[illegible] + 1,02 = 15,12 Quadratfuss: Zahl der Umdrehungen pro Minute; Geschwindigkeit pro Secunde in Fuss; Dementsprechend Luftquantum pro Stunde Cbf.	Temperatur nach Grad Réaumur: im Freien; im Saal; im Schornstein; im Heizcanal; Heizung I: im Steigrohr; im Rücklaufrohr; Heizung II: im Steigrohr; im Rücklaufrohr
1	25. Febr.	6 Uhr Morg.				4 11 ... ...
2	-	8 - -				2¾ 13 ... ...
3	-	10 - -				6 14 ... ...
4[1])	-	10 30 M. -				6 14 33 10 84 51 81 80
5[2])		10 45	702 2,55 1,03 247779	1r 389 / 1r. 481 / 6l 185 / 3l 442 / 1l. 158 (3 M. 435)	2 - 171612	... ...
6[3])	-	11 30 -				... ...
7[4])	-	11 45		1r 387 / 1r 446 / 7r 660 / 4l 446 / 1l 321 (3 M. 325)	2 - 138378	2¾ 14 22½ 10½ 86 52 84 81
8[5])		12 30 - Nm	152 2,55 1,03 112889 181765			2¾ 11½ 24 40 85 54 85 82½
9		2				4 15 ... ...
10[6])		4				2 15½ ... ...
11		6 -				1 15½ ... ...
12		8				0 15½ ... ...
13		10				- 1 15 ... ...
14	-	12 -				1½ 13½ ... ...
15	26. Febr	2 Morg.				1 12½ ... ...
16		4 -				- 1 11½ ... ...
17		4 - 45 M. -				- 1 11 ... 21 35 24 28 20

1) Witterung: Heiter und starker Wind. Hygrometer im Saal 78 Proc. 2) Die Klappen der Ventilations- und Luft-Canäle werden auf 30 Grad gestellt, zum Versuch Nr. 5. 3) Hygrometer im Saal 73 Proc. 4) Die Klappen der Ventilations- und Luft-Canäle werden auf 20 Grad gestellt, zum Versuch Nr. 7. 5) Die Klappen der Ventilation werden auf 15 Grad, die der Luft-Canäle auf 20 Grad gestellt, zum Versuch Nr. 8. 6) Alle Klappen verbleiben in der letzterwähnten Stellung.
Kohlenverbrauch: 16 Centner. Vom 25. Februar 6 Uhr Morgens bis 26. Februar 6 Uhr Morgens.

1[1])	26. Febr.	6 Uhr Morg.								1½ 10½					
2	-	8 - -								0 13					
3		9 45 M								2 14 24½ 11 82 49 80 46					
4		10				1l 254 / 1l 305 / 7r. 393 / 4r. 221 / 1r 260 (3 M. 286)	1 - 121683			... ...					
5[2])		10 - 45								2 15 26 12½ 86 51½ 89 49½					
6	-	11				1l 266 / 1r 213 / 4l. 271 (3 M. 250)	1 - 105111			... ...					
7[3])	-	12 -	233 2,55 1,03 116064 188312							2½ 15 28 42 81½ 53 82 49					
8		2 Uhr Nachm								3 15½					
9	-	4 - -								3½ 16					
10	-	6 -								3 14					
11		8 -								2½ 13 19 28½ 10 27½ 34 25					
12		10 -								1½ 12					
13	-	11 - -								1½ 12 16 24 34½ 23 28 20					
14		12 -								1½ 11½					
15	27. Febr	2 - Morg.								1½ 11 11½ 21½ 20 20 25 17					
16	-	4 - -								1 10					

1) Witterung: Schwacher Wind. Die Klappen der Ventilation stehen noch auf 15 Grad, die der Luft-Canäle auf 20 Grad. 2) Die Klappen der Luft-Canäle werden wie die der Ventilation auf 15 Grad gestellt, zu den Versuchen Nr. 5 und 6. 3) Die Klappen der Luft-Canäle werden auf 15 Grad gelassen, die der Ventilation auf 12¼ Grad gestellt, zu dem Versuch Nr. 7, und bleiben in dieser Stellung.
Kohlenverbrauch: 5 Centner. Vom 26. Februar 6 Uhr Morgens bis 27. Februar 6 Uhr Morgens.

1[1])	27. Febr.	6 Uhr Morg.								0 10					
2		8 - -								2 12					
3		10 -								1 14					
4		12								1 15½					
5	-	1 - Nachm								5 15½ 24 38 48 30 37 27					
6	-	2 -								5 16					
7		4 -								4 14					
8	-	6 -								3½ 14					
9	-	8 -								2¼ 12½					
10		10								1½ 11½					
11		12 -								½ 10					
12	28. Febr	2 - Morg.								½ 9½					
13	-	4 - -								½ 9					
14	-	4 - 30 M. -								½ 9 - 16 22 16 19 14					

1) Die Klappen der Luft-Canäle verbleiben in der Stellung auf 15 Grad, die der Ventilation auf 12½ Grad.
Kohlenverbrauch: 7 Centner. Vom 27. Februar 6 Uhr Morgens bis 28. Februar 6 Uhr Morgens.
NB. Bei den Messungen sind die Gitter von den Ventilationsöffnungen abgenommen; es hat sich nach angestellter Beobachtung ergeben, dass bei vorgesetztem Gitter die Zahl der Umdrehungen des Anemometers sich um 5 Proc. vermindert.

Digitized by Google

Laufende Nummer.	Datum.	Tageszeit.	Geschwindigkeit der Luft: im Schornsteinmantel. Querschnitt = 11,1 Quadratfuss. Zahl der Umdrehungen pro Minute	Geschwindigkeit pro Sec. in Fussen	Abgeführtes Luftquantum pro Stunde Cbf.	in den Ventilationsöffnungen des Saales; Querschnitt = 11 · 1,12 = 18,48 Quadratfuss. Nummer der Oeffnung	Zahl der Umdrehungen pro Stunde	Geschwindigkeit pro Sec. in Fussen	Abgeführtes Luftquantum pro Stunde Cbf.	in den Canälen für kalte Luft. Querschnitt = 10,5 + 4 + 1,62 = 15,12 Quadratfuss. Zahl der Umdrehungen pro Minute	Geschwindigkeit pro Secunde in Fussen	Durchgehend. Luftquantum pro Stunde Cbf.	Temperatur nach Grad Réaumur: im Freien	im Saal	im Schornstein	im Heizcanal	Heizung I. im Steigerohr	Heizung I. im Rücklaufrohr	Heizung II. im Steigerohr	Heizung II. im Rücklaufrohr
1 [1]	28. Febr	6 Uhr Morg.												1	9						
2	-	8 -												2	13¾						
3	-	10 -												2½	14¼						
4	-	2 - 15 M. Nm.	516	2,82	117785 1,61 = 189654									6¼	13½	19	32	55¼	38¼	43½	33
5 [2]		4 -				11	258														
						11	250														
						7 r.	221	1 M. 200	1 = 6	97130	—			—							
						4 r	200														
						1 r	169														
						1 r	165														
						4 r	153														
6	-	3 - 30 -				6 r	151	1 M. 146	1 = 5	77838				6½	13½	16	29½	49	35	38	29
						6 l.	141														
						11	142														
						21	221														
7	-	4 - -												6	16						
8	-	6 - -												5	17	20	32½	29	35	34	38½
9	-	8 - -												2½	16½						
10	-	10 - -												2	16						
11	-	12 -												1½	14½						
12	1. März	12 - 30 M. Morg.												1½	14½	22	32	50	32	59	38
13	-	2 -												1¼	14						
14	-	2 - 45 - -												1¼	13¾	20½	27½	40½	27	52	30
15	-	4 -												1	13¼						
16	-	6 -												1	12½	16	24½	35	23	33	24

1) Witterung: Lebhafter Wind. Die Klappen der Luft-Canäle stehen noch auf 15 Grad, die der Ventilation auf 12½ Grad. 2) Für die folgenden Versuche sind die Klappen der Luft-Canäle auf 12½ Grad, die der Ventilation auf 10 Grad gestellt. Hygrometer im Saal 81 Proc.

Kohlenverbrauch: 7 Centner. Vom 28. Febr. 6 Uhr Morgens bis 1. März 6 Uhr Morgens.

1	1. März	6 Uhr Morg.												1	12						
2	-	8 - -												1	14						
3	-	10 - -												1	15						
4	-	12 - -												6½	15						
5	-	2 - Nachm.												8	15						
6	-	4 - -												8	16½						
7	-	6 - -												7	15						
8	-	8 - -												4	15¼						
9	-	10 - -												3	14						
10	-	12 - -												2¼	13	21½	32	67	40½	26	20
11	2. März	2 - Morg.												1½	14	22	36	70	41	25	18
12		4 - -												1½	13½	21	32½	60	40	24	17½

Die Klappen der Luft-Canäle stehen auf 12½ Grad, die der Ventilation auf 10 Grad.

Kohlenverbrauch: 9 Centner. Vom 1. März 6 Uhr Morgens bis 2. März 6 Uhr Morgens.

1	2. März	6 Uhr Morg.												1½	13	21	33	45	40	27	17
2	-	8 - -												2¼	14						
3	-	10 - -												4	13½						
4	-	12 - -												6	15½						
5	-	2 - Nachm.												8½	16						
6	-	4 - -												8	15½						
7	-	6 - -												7	15½						
8	-	8 - -												5	14½						
9	-	10 - -												4½	14						
10	-	12 - -												4	13½						
11	3. März	2 - Morg.												3	13½						
12		4 - -												3	13						

Die Klappen der Luft-Canäle stehen auf 12½ Grad, die der Ventilation auf 10 Grad.

Kohlenverbrauch: 9 Centner. Vom 2. März 6 Uhr Morgens bis 3. März 6 Uhr Morgens.

Digitized by Google

Laufende Nummer.	Datum.	Tageszeit.	Geschwindigkeit der Luft: im Schornsteinmantel: Querschnitt = 11,4 Quadratfuß: Zahl d. Umdrehungen pro Minute	Geschwindigkeit pro Sec. in Fußen	Abgeführtes Luftquantum pro Stunde Cbf.	in den Ventilationsöffnungen des Saales; Querschnitt = 14 · 1,52 = 18,48 Quadratfuß: Nummer der Oeffnung	Zahl der Umdrehungen pro Stunde	Geschwindigkeit in Sec. in Fußen	Allgemeines Luftquantum pro Stunde Cbf.	in den Canälen für kalte Luft; Querschnitt = 10,50 + 4,62 = 15,12 Quadratfuß: Zahl der Umdrehungen pro Minute	Geschwindigkeit pro Sec. in Fußen	Durchgehendes Luftquantum pro Stunde Cbf.	Temperatur nach Grad Réaumur: im Freien	im Saal	im Schornstein	im Heizcanal	Heizung I. im Steigrohr	Heizung I. im Rücklaufrohr	Heizung II. im Steigrohr	Heizung II. im Rücklaufrohr
1 [1])	3. März	6 Uhr Morg.												3	12½					
2		8 -												1	12½					
3		10 - -												5	13					
4		12 - -												7	13½					
5 [1])		12 - 30 M. Nm	320	2,01	85722 1,48 = 134792	21 256 / 41 260 / 61 256 / 5r. 182 / 3r 228 / 1r 170 — i. M. 225		1,48	97130				7	15½	24	36	63½	42	48½	29
6		1 - -				1 r. 172 / 1 l. 226 — i. M. 199		1,48	88482				9	15	22	34½	59	40	43	27
7		2 -											10¼	14½						
8		4 - -											9	14						
9		6 -											7	14						
10		8 -											5	14						
11		10 - -											3½	14						
12		12 -											2½	13½						
13	4. März	2 - Morg.											2½	13½						
14		4 - -											2	13½						

1) Witterung: Heiter. Die Klappen der Luft-Canäle stehen auf 12½ Grad, die der Ventilation auf 10 Grad. 2) Hygrometerstand im Saal 75 Procent.

Kohlenverbrauch: 8 Centner. Vom 3. März 6 Uhr Morgens bis 4. März 6 Uhr Morgens.

1	4. März	6 Uhr Morg.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2	13¼	....	....	....	....	....	....
2	-	8 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2	13	....	....	....	....	....	....
3	-	10 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	3¼	14	....	....	....	....	....	....
4	-	12 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	6	15	....	....	....	....	....	....
5	-	2 - Nachm.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	6	15	....	....	....	....	....	....
6	-	4 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	6	15	....	....	....	....	....	....
7	-	6 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	5½	14¾	....	....	....	....	....	....
8	-	8 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	3½	14	....	....	....	....	....	....
9	-	10 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	3	13	....	....	....	....	....	....
10	-	12 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2	12½	....	....	....	....	....	....
11	5. März	2 - Morg.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2	13	....	....	....	....	....	....
12	-	4 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1½	13	....	....	....	....	....	....

Witterung: Fast Windstill. Die Klappen der Luft-Canäle stehen auf 12½ Grad, die der Ventilation auf 10 Grad.

Kohlenverbrauch: 6 Centner. Vom 4. März 6 Uhr Morgens bis 5. März 6 Uhr Morgens.

1	5. März	6 Uhr Morg.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1	13	....	....	....	....	....	....
2	-	8 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	½	13	....	....	....	....	....	....
3	-	9 - 45 M. -	....	....	....	1 l. 320 / 1 r 248 — i. M. 284		1,48	119750	l. 634 / r. 878 — 5,12 / 4,58		129276 / 76176 / 205452	1¼	17½	....	44	88	60	68	29
4	-	10 - 15 - -	....	....	....	1 l. 270 / 1 r. 186 — i. M. 228		1,48	97130	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
5	-	12 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	3	14½	....	....	....	....	....	....
6	-	2 - Nachm.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	3	13½	....	....	....	....	....	....
7	-	4 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2	15½	....	....	....	....	....	....
8	-	6 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1	16	....	....	....	....	....	....
9	-	8 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1	16	....	....	....	....	....	....
10	-	10 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	½	14	....	....	....	....	....	....
11	-	12 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	½	13	....	....	....	....	....	....
12	6. März	2 - Morg.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	¼	12½	....	....	....	....	....	....
13	-	4 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	¼	12¼	....	....	....	....	....	....

Witterung: Starker Wind. Die Klappen der Luft-Canäle sind wie die der Ventilation geschlossen; zum Versuch Nr. 3 werden erstere ganz geöffnet, zum Versuch Nr. 4 ganz geschlossen und die Ventilationsklappen während beider Versuche auf 12½ Grad gestellt. Nach beendigten Versuchen werden alle Klappen wieder geschlossen.

Kohlenverbrauch: 5½ Centner. Vom 5. März 6 Uhr Morgens bis 6. März 6 Uhr Morgens.

Laufende Nummer	Datum	Tageszeit	Geschwindigkeit der Luft: im Schornsteinmantel. Querschnitt = 11,4 Quadratfuss. Zahl der Umdrehungen pro Minute	Geschwindigkeit pro Sec. in Fussen	Abgeführten Luftquantum pro Stunde Cbf.	in den Ventilationsöffnungen des Saales. Querschnitt = 14 1,32 = 18,48 Quadratfuss. Nummer der Oeffnung	Zahl der Umdrehungen pro Minute	Geschwindigkeit pro Sec. in Fussen	Abgeführtes Luftquantum pro Stunde Cbf.	in den Canälen für kalte Luft, Querschnitt = 10,89 + 4,62 = 15,51 Quadratfuss. Zahl der Umdrehungen pro Minute	Geschwindigkeit pro Sec. in Fussen	Durchgegangenes Luftquantum pro Stunde Cbf.	Temperatur nach Grad Reaumur: im Freien	im Saal	im Schornstein	im Heizcanal	Heizung I. in St. Ignatz	Heizung I. in Rücklaufrohr	Heizung II. in Steigrohr	Heizung II. in Rücklaufrohr
1	6. März	6 Uhr Morg.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	— ½	14	...	...	...	...	...	...
2	-	8 - -	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	— ½	16½	...	...	...	...	...	...
3	-	10 - -	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	3	15½	...	...	...	...	...	...
4	-	12 - -	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	3½	14½	...	...	...	...	...	...
5	-	2 - Nachm.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	3½	14½	...	...	...	...	...	...
6	-	4 - -	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	3	16	...	...	...	...	...	...
7	-	6 - -	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2½	15½	...	...	...	...	...	...
8	-	8 - -	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0	13¼	...	...	...	...	...	...
9	-	10 - -	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	— 1	13	...	...	...	...	...	...
10	-	12 - -	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	— 1	13	...	...	...	...	...	...
11	7. März	2 - Morg.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	— 1¼	12	...	...	...	...	...	...
12	-	4 - -	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	— 1½	11	...	...	...	...	...	...

Alle Klappen sind geschlossen.

Kohlenverbrauch: 5⅛ Centner. Vom 6. März 6 Uhr Morgens bis 7. März 6 Uhr Morgens.

1 [1])	7. März	6 Uhr Morg.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	— 2	12	...	...	...	...	...	...
2		8 - -	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	— 1½	14¼	...	...	...	...	...	...
3	-	10 - -			80438									— 1	13	...	...	...	...	...	...
4	-	11 - 15 M. -	305	1,32	1,64 / 129,6									0	15	...	26	...	...	...	...
5 [2])		11 - 30 -	857	4,62	184680 / 1,64 / 207,35	1 l. / 6 r. / 1 r.	664 / 592 / 560 / 699	M. 654	3,55	221538										
6		12 - -	...	...	...									0	15	...	...	...	...	...	...
7	-	2 - Nachm.	...	...	...									1½	14	...	...	...	...	...	...
8		4 - -	...	...	...									1½	13	...	...	...	...	...	...
9	-	6 - -	...	...	...									1½	15	...	...	...	...	...	...
10		8 - -	...	...	...									0	14	...	...	...	...	...	...
11		10 - -	...	...	...									— ½	12½	...	...	...	...	...	...
12		12 - -	...	...	...									— 1	12	...	...	...	...	...	...
13	8. März	2 - Morg.	...	...	...									— 1	11½	...	...	...	...	...	...
14	-	4 - -	...	...	...									— 1	12	...	...	...	...	...	...

1) Witterung: Nebel und sehr schwacher Wind. Alle Klappen sind geschlossen. Dieselben werden für die Dauer des Versuches Nr. 5 ganz geöffnet. 2) Hygrometerstand: 77 Proc. im Saal, 75 Proc. im Freien.

Kohlenverbrauch: 6 Centner. Vom 7. März 6 Uhr Morgens bis 8. März 6 Uhr Morgens.

1 [1])	8. März	6 Uhr Morg.												0	14	...	...	...	...	...	...
2		8 - -												½	16½	...	...	...	...	...	...
3	-	10 - -												1	15½	...	...	...	...	...	...
4		11 - -	723	3,87	158825 / 1,64 / 255708	1 r. / 6 r. / 6 l. / 1 l.	538 / 535 / 547 / 564	M. 546	3,50	199584				1	15½	...	20	63	37	49	40
5 [2])		11 - 30 M.									11 536 / 1 r. 909	2,95 / 4,75	114510 / 79000 / 193510								
6	-	2 - Nachm.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	3½	15½	...	...	...	...	...	...
7		4 - -	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4	17	...	...	...	...	...	...
8	-	6 - -	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2	13	...	...	...	...	...	...
9	-	8 - -	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2	16½	...	...	...	...	...	...
10		10 - -	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2¼	15¼	...	...	...	...	...	...
11	-	12 - -												1	15	...	...	...	...	...	...
12	9. März	2 - Morg.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	14	...	...	...	...	...	...
13	-	4 - -	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	13	...	...	...	...	...	...

1) Witterung: Trübe und mäfsiger Wind, gegen Mittag heiter. Alle Klappen sind ganz geöffnet. 2) Hygrometerstand: 65 Proc. im Saal, 84 Proc. im Freien.

Kohlenverbrauch: 11 Centner. Vom 8. März 6 Uhr Morgens bis 9. März 6 Uhr Morgens.

Digitized by Google

Laufende Nummer.	Datum.	Tageszeit.	Geschwindigkeit der Luft: im Schornstein-mantel (1 Quadratfuss = 11,1 Quadratfuss): Zahl der Umdrehungen per Minute	Geschwindigkeit per Secunde in Fussen	Abgeführtes Luft-quantum per Stunde Cbf.	in den Ventilationsöffnungen des Saales (Querschnitt = 14 1,12 = 18,18 Quadratfuss): Nummer der Oeffnung	Zahl der Umdrehungen per Minute	Geschwindigkeit per Secunde in Fussen	Abgeführtes Luft-quantum per Stunde Cbf.	in den Canälen für kalte Luft, Querschnitt = 10,56 1,12 = 15,72 Quadratfuss: Zahl der Umdrehungen per Minute	Geschwindigkeit per Secunde in Fussen	Durchgehend Luftquantum per Stunde Cbf.	Temperatur nach Grad Reaumur: im Freien	im Saal	im Schornstein	im Heizcanal	Heizung I: im Steigerohr	im Rückflussrohr	Heizung II: im Steigerohr	im Rückflussrohr
1	9. März	6 Uhr Morg.													1	12½					
2	-	8 - -													1	15					
3	-	10 -													1	14					
4	-	12 - -													1¼	14¼					
5	-	2 - Nachm.													2	15					
6	-	4 -													1 ⅞	14					
7	-	6 -													1½	14					
8	-	8 - -													2	15½					
9	-	10 -													2	14½					
10	-	12 - -													2	13					
11	10. März	2 - Morg.													2	12½					
12	-	4 -													2	13					

Witterung: Mäßiger Wind, starker Schneefall. Alle Klappen sind ganz geöffnet. Um 12 Uhr wurde 1 Pfund Pulver abgebrannt, nach 2 Stunden war die Luft wieder vollständig klar und eine Stunde später auch kein Geruch mehr bemerkt worden.

Kohlenverbrauch: 12 Centner. Vom 9. März 6 Uhr Morgens bis 10. März 6 Uhr Morgens.

1[1])	10. März	6 Uhr Morg.													− 1½	13					
2	-	8 - -													0	14					
3	-	10 - -													½	14					
4[2])	-	12 - -													1	15					
5	-	2 - Nachm.													1	15					
6	-	4 - -													1	16					
7	-	6 - -													½	13					
8	-	8 - -													1	14½					
9	-	10 -													½	13½					
10	-	12 - -													− 1	12½					
11	11. März	2 - Morg.													1	13					
12	-	4 - -													½	13½					
13[3])		6 -													½	13					

1) Alle Klappen sind ganz geöffnet. 2) Alle Klappen werden auf 10 Grad gestellt, der Dampf von 1 Pfund Pulver war nach 4 Stunden abgezogen und eine Stunde später war auch Pulvergeruch nicht mehr wahrzunehmen. 3) Das Wasser aus den Heizapparaten wurde nunmehr abgelassen.

Kohlenverbrauch: 9 Centner. Vom 10. März 6 Uhr Morgens bis 11. März 6 Uhr Morgens.

1	15. März	11 Uhr 30 M. Morg.	335	2,08	85963 · 1,61 = 137434	1 r. 80, 6 r. 66, 6 l. 88, 1 l. 140	1. M. 96	0,78	51891	....	....	....	2½	3	4	....	....	....	....	....

Witterung: Schwacher Wind. Alle Klappen sind geöffnet, der Coaksofen allein geheizt. Hygrometerstand im Saal 79 Proc.

1[1])	19. März	11 Uhr Morg.	312	2,00	82080 · 1,61 = 132149	11. 202, 61 202, 6 r. 98, 1 r. 100	1. M. 150	1,00	70519	....	....	....	1½	3¾	3	....	....	....	....	....
2[2])	-	11 Uhr 50 M. Morg.	455	2,65	108756 · 1,61 = 175097	11. 302, 61. 234, 6 r. 163, 1 r. 179	1. M. 220	1,43	94470	....	....	....	1½	3¾	4¼	....	....	....	....	....
														stieg bis Nachmittags 3 Uhr auf 6 Grad.							

1) Witterung: Klares Wetter, mäßiger Nord-Ost-Wind. Alle Klappen sind geöffnet, ohne jegliche Heizung; Wirkung des Windes. 2) Zum Versuch Nr. 2 war der Coaksofen angeheizt worden.

1	29. März	10 Uhr 35 M. Morg.	187	1,25	51300 · 1,61 = 82593	4 r. 657, 4 l. 751	1. M. 704	0,75	35640	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....

Witterung: Trübes Wetter. Schwacher Wind. — Die Klappen der Luft-Canäle sind geöffnet, die der Ventilation ganz geschlossen und mit Lehm verstrichen, nur 4 r. und 4 l. sind ganz geöffnet.

Digitized by Google

Beobachtungen bei den Heizungs- und Ventilations-Versuchen im Pavillon Nr. VIII.

Laufende Nummer.	Datum.	Tageszeit.	Geschwindigkeit der Luft: im Schornsteinmantel; Querschnitt = 11,40 Quadratfuss. Zahl d. Umdreh. pro Minute	Geschwindigkeit pro Sec. in Fussen	Abgeführtes Luftquantum pro Stunde Cbf.	in den Ventilationsöffnungen des Saales; Querschnitt = 16 · 1,32 = 21,12 Quadratfuss. Nummer der Oeffnung	Zahl der Umdrehungen pro Minute	Geschwindigkeit pro Sec. in Fussen	Abgeführtes Luftquantum pro Stunde	in den Canälen für kalte Luft; Querschnitt = 2 · 3,5 · 2,25 = 15,75 Quadratfuss. Zahl der Umdrehungen pro Minute	Geschwindigkeit pro Secunde in Fussen Durchgehend	Luftquantum pro Stunde Cbf.	Temperatur nach Grad Réaumur im Freien	im Saal	im Schornstein	der ausströmenden Luft in Heizung I.	Heizung II.
1	3. März	6 Uhr Morg.	....	....	....	....	....		....	....	....	....	....	3	10¾	....	....	....
2	-	8 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	4	11	....	....	....
3	-	10 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	5	13	....	....	....
4	-	12 - -	340	2,12	87005 · 1,86 = 161829	2 l. 7 l. 7 r. 2 r.	186 142 158 192 i. M. 170	1,12	88957	....	....	....	7	16	12½	31	30
5	-	2 - Nachm.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	10¾	16½	....	....	....
6	-	4 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	9	14	....	....	....
7	-	6 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	7	13½	....	....	....
8	-	8 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	5	13	....	....	....
9	-	10 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	3½	12½	....	....	....
10	-	12 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2½	11½	....	....	....
11	4. März	2 - Morg.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2½	11	....	....	....
12	-	4 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2	10½	....	....	....

Witterung: Heiter. Die Klappen der Luft-Canäle und Ventilation sind ganz geöffnet.
Kohlenverbrauch: 4 Scheffel à 85 Pfund = 3,40 Centner. Vom 3. März 6 Uhr Morgens bis 4. März 6 Uhr Morgens.

1 [1])	4. März	6 Uhr Morg.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2	10	....	....	....
2	-	8 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2	11	....	....	....
3	-	10 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	3¾	13	....	....	....
4 [2])	-	12 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	6	14	....	....	....
5	-	12 Uhr 30 M. Nm.	360	2,22	91108 · 1,86 = 169460	2 l. 7 l. 7 r. 2 r.	175 105 110 173 i. M. 141	1,00	76032	....	....	....	6	15	....	....	....
6	-	2 Uhr Nachm.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	6	16½	....	....	....
7	-	4 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	6	16½	....	....	....
8	-	6 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	5½	16	....	....	....
9	-	8 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	3½	14	....	....	....
10	-	10 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	3	13	....	....	....
11	-	12 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2	12	....	....	....
12	5. März	2 - Morg.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2	11	....	....	....
13	-	4 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1½	10½	....	....	....

1) Witterung: Fast windstill. Die Klappen der Luft-Canäle und Ventilation sind ganz geöffnet. 2) Die Klappen der Luft-Canäle werden von 12 bis 4 Uhr geschlossen, die der Ventilation bleiben geöffnet.
Kohlenverbrauch: 4 Scheffel à 85 Pfund = 3,40 Centner. Vom 4. März 6 Uhr Morgens bis 5. März 6 Uhr Morgens.

1 [1])	5. März	6 Uhr Morg.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1	11	....	....	....
2	-	8 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	¾	12½	....	....	....
3	-	10 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1½	15½	....	....	....
4 [2])	-	11	....	....	....	2 l. 2 r. 5 r.	400 348 261 i. M. 436	2,58	196162	....	....	....	2	16	13	28	28
5 [3])	-	11 - 45 M. -	....	....	....	5 r. 2 l.	336 360 i. M. 348	2,64	164225	....	....	....	....	....	....	....	....
6 [4])	-	11 - 50 - -	....	....	....	2 l.	262	1,66	126073	....	....	....	....	....	....	....	....
7 [5])	-	12 - -	....	....	....	2 l.	218	1,38	105885	....	....	....	3	15½	....	....	....
8 [6])	-	12 - 5 - Nm.	....	....	....	2 l. 4 l.	185 205 i. M. 195	1,31	98602	....	....	....	....	....	....	....	....
9 [7])	-	12 - 15 - -	....	....	....	2 l. 4 l. 7 l. 7 r. 5 r. 2 r.	206 172 168 170 221 111 i. M. 175	1,19	90478	....	....	....	....	....	....	....	....
10		1 - -	333	2,03	85363 · 1,86 = 158775	....	....	....	....	....	....	....	3	15½	11	27	27
11	-	2 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	3	14¾	....	....	....
12	-	4 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2	13½	....	....	....
13	-	6 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1	13	....	....	....
14	-	8 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1	13½	....	....	....
15	-	10 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	½	15½	....	....	....
16	-	12 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	½	15	....	....	....
17	6. März	2 - Morg.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	½	15	....	....	....
18	-	4 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	¼	14	....	....	....

1) Witterung: Starker Wind. Die Klappen der Luft-Canäle und Ventilation sind ganz geöffnet. 2) Zum Versuch Nr. 4 sind die Klappen der Luft-Canäle auf 12½ Grad, die der Ventilation ganz geöffnet. 3) Zum Versuch Nr. 5 stehen die Klappen der Luft-Canäle auf 12½ Grad, die der Ventilation auf 45 Grad. Hygrometerstand im Saal 59 Proc. 4) Zum Versuch Nr. 6 stehen die Klappen auf 12½ resp. 30 Grad. 5) Zum Versuch Nr. 7 auf 12½ resp. 20 Grad. 6) Zum Versuch Nr. 8 auf 12½ resp. 15 Grad. 7) Zum Versuch Nr. 9 alle Klappen auf 12½ Grad. Hygrometerstand im Saal 61½ Proc.
Kohlenverbrauch: 4 Scheffel à 85 Pfund = 3,40 Centner. Vom 5. März 6 Uhr Morgens bis 6. März 6 Uhr Morgens.

Digitized by Google

Laufende Nummer.	Datum.	Tageszeit.	Geschwindigkeit der Luft: im Schornsteinmantel; Querschnitt = 11,40 Quadratfuss. Zahl d. Umdrehungen pro Minute	Geschwindigkeit pro Sec. in Fussen	Abgeführtes Luftquantum pro Stunde Cbf.	in den Ventilationsöffnungen des Saales; Querschnitt = 16 · 1,32 = 21,12 Quadratfuss. Nummer der Oeffnung	Zahl der Umdrehungen pro Minute	Geschwindigkeit pro Sec. in Fussen	Abgeführtes Luftquantum pro Minute Cbf.	in den Canälen für kalte Luft; Querschnitt = 2 · 3,5 = 2,75 = 15,75 Quadratfuss. Zahl der Umdrehungen pro Minute	Geschwindigkeit pro Secunde in Fussen	Durchschnittl. Luftquantum pro Stunde Cbf.	Temperatur nach Grad Réaumur: im Freien	im Saal	im Schornstein	der ausströmenden Luft in: Heizung I.	Heizung II.
1	6. März	6 Uhr Morg.	..	..	..	....	..	..	..	..	..	..	..	− ½	13½	..	..	..
2	-	8 - -	..	....	..	....	..	..	..	..	..	..	..	− ½	15¼	..	..	..
3	-	10 - -	....	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	2	15	..	..	..
4	-	12 - -	..	..	..	....	..	..	..	..	..	..	..	2½	14¾	..	..	..
5	-	2 - Nachm.	..	..	..	....	..	..	..	....	....	....	..	3½	13¼	..	..	..
6	-	4 - -	....	..	..	....	..	..	..	..	..	..	..	3	12¾	..	..	..
7	-	6 - -	..	..	..	....	..	..	..	..	..	..	..	2½	13	..	..	..
8	-	8 - -	..	..	..	....	..	..	..	..	..	..	..	0	13	..	....	....
9	-	10 - -	....	....	..	....	..	..	..	..	..	..	..	− 1	13	..	....	....
10	-	12 - -	..	..	..	....	..	..	..	..	..	..	..	− 1	12½	..	..	..
11	7. März	2 - Morg.	..	..	..	....	..	..	..	..	..	..	..	− 1¼	12	..	....	....
12	-	4 - -	....	..	..	....	..	..	..	..	..	..	..	− 1½	11	..	..	..

Die Klappen der Luft-Canäle stehen auf 45 Grad, die der Ventilation auf 12½ Grad.

Kohlenverbrauch: 5 Scheffel à 85 Pfund = 4,25 Centner. Vom 6. März 6 Uhr Morgens bis 7. März 6 Uhr Morgens.

1[1])	7. März	6 Uhr Morg.	..	....	..	....	..	..	..	..	..	..	..	− 2	10	....	....	....
2[2])	-	8 - -	....	....	..	....	..	..	....	..	..	....	....	− 1½	11½	....	....	....
3	-	10 - -	....	....	..	....	..	..	....	..	..	..	..	1	15	....	....	....
4	-	10 - 30 M. -	202	1,67	1,86 68736 127477	21. 204 41. 199 71. 189 7 r 193 5 r. 202 2 r. 172	192 1 M 192	1,29	98081	....	....	....	....	− ¼	15	17	34	33
					54583													
5[3])	-	10 - -	200	1,82	1,86 101524	....	....	....	....	....	....	....	....	− ¼	16½	17½	29	28
6	-	12 - -	..	....	..	....	..	..	....	..	..	..	..	0	17	....	....	....
7	-	2 - Nachm.	..	..	....	....	....	..	..	..	..	..	..	1½	16½	....	....	....
8	-	4 - -	..	..	....	....	....	..	..	..	....	....	..	1½	17¼	....	....	....
9	-	6 - -	..	..	....	....	....	..	..	..	....	....	..	1½	17	....	....	....
10	-	8 - -	..	..	....	....	....	..	..	..	....	....	..	0	15	....	....	....
11	-	10 - -	..	..	....	....	....	..	..	..	....	....	..	− ½	13½	....	....	....
12	-	12 - -	..	....	....	....	....	..	..	..	....	....	..	− 1	13	....	....	....
13	8. März	2 - Morg.	..	..	....	....	....	..	..	..	....	....	..	− 1	12	....	....	....
14	-	4 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	− 1	11	....	....	....

1) Witterung: Nebel und sehr schwacher Wind. Die Klappen der Luft-Canäle stehen auf 45 Grad, die der Ventilation auf 12½ Grad.
2) Der Ventilations-Coaksofen ist geheizt und brennt von 8 bis 2 Uhr. 3) Hygrometerstand: im Saal 51 Proc., im Freien 75 Proc.

Kohlenverbrauch: 5 Scheffel à 85 Pfund = 4,25 Centner. Vom 7 März 6 Uhr Morgens bis 8. März 6 Uhr Morgens.

I	8. März	6 Uhr Morg.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	0	11¼	....	....	....
2	-	8 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	½	13	....	....	....
3	-	10 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1	16¼	....	....	....
4	-	12 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1½	16½	....	....	....
5	-	2 - Nachm.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	3½	17¼	....	....	....
6	-	4 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	4	17½	....	....	....
7	-	6 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2	14½	....	....	....
8	-	8 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2	14	....	....	....
9	-	10 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2	15	....	....	....
10	-	12 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1	14½	....	....	....
11	9. März	2 - Morg.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1	13¾	....	....	....
12	-	4 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1	13	....	....	....

Witterung: Trübe und mäßiger Wind, gegen Mittag heiter. Die Klappen der Luft-Canäle stehen auf 45 Grad, die der Ventilation auf 12½ Grad.

Kohlenverbrauch: 6 Scheffel à 85 Pfund = 5,10 Centner. Vom 8. März 6 Uhr Morgens bis 9. März 6 Uhr Morgens.

Digitized by Go

Laufende Nummer	Datum	Tageszeit	Geschwindigkeit der Luft: im Schornsteinmantel: Querschnitt = 11,10 Quadratfuss. Zahl der Umdreh. pro Minute	Geschwindigkeit in Fussen pro Secunde	Abgeführtes Luftquantum pro Stunde Cbf	in den Ventilationsöffnungen des Saales; Querschnitt 16 · 1,32 = 21,12 Quadratfuss. Nummer der Oeffnung	Zahl der Umdrehungen pro Minute	Geschwindigkeit pro Secunde in Fussen	Abgeführtes Luftquantum pro Stunde Cbf	in den Canälen für kalte Luft; Querschnitt = 2 · 3,5 · 2,25 = 15,75 Quadratfuss. Zahl der Umdrehungen pro Minute	Geschwindigkeit pro Secunde in Fussen	Dargebotenes Luftquantum pro Stunde Cbf	Temperatur nach Grad Réaumur: im Freien	im Saal	im Schornstein	der ausströmenden Luft in Heizung I.	der ausströmenden Luft in Heizung II
1	9. März	6 Uhr Morg.												1	13½		
2	-	8 - -												1	14¼		
3	-	10 - -												1	16½		
4	-	12 - -												1¼	17		
5		12 - 15 M Nm								545 / 521	2,93	166131			15	25	25
6	-	12 - 20 - -	251	1,55	64843 / 1,55 / 126028	2 r. 1 l. / 2 r. 1 l. / 1 r. 1 l.	132 / 178 / 180 / 175	1,46	88197	288 / 275	1,80	102060	1¼	15½			
7	-	2 - -											2	16			
8	-	4 - -											— ½	14½			
9	-	6 - -											- 1¼	13½			
10	-	8 - -											— 2	15½			
11		10 - -											— 2	15			
12	-	12 -											— 2	13½			
13	10. März	2 - Morg.											— 2	12½			
14	-	4 - -											— 2	11½			

1) Witterung: Mäßiger Wind, starker Schneefall. Die Klappen der Luft-Canäle stehen auf 45 Grad, die der Ventilation auf 12½ Grad.
2) Zum Versuch Nr. 5 werden erstere ganz geöffnet und nachdem wieder in die frühere Lage gebracht.
Kohlenverbrauch: 6 Scheffel à 85 Pfund = 5,10 Centner. Vom 9. März 6 Uhr Morgens bis 10. März 6 Uhr Morgens.

1	10. März	6 Uhr Morg.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	— 1½	14¼	....	....	....
2	-	8 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	0	15	....	....	....
3	-	10 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	½	17½	....	....	....
4	-	12 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1	18½	....	....	....
5	-	2 - Nachm.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1	17½	....	....	....
6	-	4 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1	17¼	....	....	....
7	-	6 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	— ½	16	....	....	....
8	-	8 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	— 1	15	....	....	....
9	-	10 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	— ¾	14½	....	....	....
10	-	12 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	— 1	14	....	....	....
11	11. März	2 - Morg.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	— 1	13	....	....	....
12	-	4 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	— ½	12½	....	....	....

Die Klappen der Luft-Canäle stehen auf 45 Grad, die der Ventilation auf 12½ Grad.
Kohlenverbrauch: 8 Scheffel à 85 Pfd. = 6,80 Centner. Vom 10. März 6 Uhr Morgens bis 11. März 6 Uhr Morgens.

1	11. März	6 Uhr Morg.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	— ½	12	....	....	....
2	-	8 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	0	14½	....	....	....
3	-	10 - -	310	2,80	82080 / 1,80 = 152060								1½	18	17	26	26
4	-	10 - 15 M	....	....	....	2 l. / 2 r. / 5 r. / 1 r. / 2 l. / 1 l. / 3 l. / 2 l.	230 / 140 / 253 / 207 / 294 / 336 / 280	1 M. 250	1,68	120130	....	....	....	....	....	....	....	....
5	-	10 - 30 -	....	....	....	....	....	....	....	....	616 / 686	1 M. 651	3,80	198450	2	16½	16½	19	19
6	-	11 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	295 / 333	1 M. 314	2,00	113400	....	....	....	....	....
7	-	12 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	3	14½	....	....	....
8	-	2 - Nachm.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2½	15	....	....	....
9	-	4 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2¼	14½	....	....	....
10	-	6 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	0	14¼	....	....	....
11		8 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	0	15	....	....	....
12		10 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	— ½	16	....	....	....
13	-	12 -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	- 1¼	15½	....	....	....
14	12. März	2 - Morg.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	— 1	13½	....	....	....
15	-	4 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	— 1	13	....	....	....

1) Witterung: Bis 10 Uhr starker Schneefall, dann trübe und windig. Die Klappen der Luft-Canäle stehen auf 45 Grad, die der Ventilation auf 12½ Grad. 2) Erstere werden zum Versuch Nr. 3 ganz geschlossen, zu den Versuchen Nr 4 und 5 ganz geöffnet und zu den ferneren Versuchen auf 30 Grad gestellt. 3) In dieser Lage von 30 Grad für die Klappen der Luft-Canäle und 12½ Grad für die Ventilation verbleiben dieselben bis zum 12. März Morgens 6 Uhr, zu welcher Zeit alle Klappen geschlossen werden. 4) Hygrometerstand im Saal 52 Proc. Nachdem um 10 Uhr 30 Minuten ein Pfund Pulver abgebrannt worden war, wurde um 2 Uhr 30 Minuten die Luft im Saal vollständig rein gefunden.
Kohlenverbrauch: 5 Centner. Vom 11. März 6 Uhr Morgens bis 12. März 6 Uhr Morgens.

Digitized by Google

Laufende Nummer.	Datum.	Tageszeit.	Geschwindigkeit der Luft: im Schornsteinmantel: Querschnitt = 11,10 Quadratfuss: Zahl d. Umdrehungen pro Minute	Geschwindigkeit pro Sec. in Fussen	Abgeführtes Luftquantum pro Stunde Cbf.	in den Ventilationsöffnungen des Saales, Querschnitt 16·1,32 = 21,12 Quadratfuss: Nummer der Oeffnung	Zahl der Umdrehungen pro Minute	Geschwindigkeit pro Sec. in Fussen	Abgeführtes Luftquantum pro Stunde Cbf.	in den Canalen für kalte Luft; Querschnitt = 2·3,5 = 2,25 = 15,75 Quadratfuss: Zahl der Umdrehungen pro Minute	Geschwindigkeit pro Secunde in Fussen	Durchgehend Luftquantum pro Stunde Cbf.	Temperatur nach Grad Reaumur: im Freien	im Saal	im Schornstein	der ausströmenden Luft in: Heizung I.	Heizung II
1	12. März	6 Uhr Morgens	....										0	13			
2	-	8 - -											0	14			
3	-	10 - -											1	15¼			
4	-	12 - -															
5	-	2 - Nachm.											½	14			
6	-	4 - -											½	15			
7	-	6 - -											0	16			
8	-	8 - -											0	15			
9	-	10 - -											— 1	14½			
10	-	12 - -											— 1	14			
11	13. März	2 - Morg.											— 2½	13½			
12	-	4 - -											— 2	12			

Alle Klappen bleiben ganz geschlossen.

Kohlenverbrauch: 4 Centner. Vom 12. März 6 Uhr Morgens bis 13. März 6 Uhr Morgens.

1	13. März	6 Uhr Morg.											— 2	13			
2	-	8 - -											— 1½	13½			
3	-	10 - -											½	15			
4	-	12 - -											0	15			
5	-	2 - Nachm.											½	15½			
6	-	4 - -											2	15			
7	-	6 - -											1	14			
8	-	8 - -											— 1	15¼			
9	-	10 - -											— 1	15			
10	-	12 - -											— 1½	14½			
11	14. März	2 - Morg.											— 1½	13½			
12	-	4 - -											— 3	12½			

Alle Klappen bleiben ganz geschlossen.

Kohlenverbrauch: 4 Centner. Vom 13. März 6 Uhr Morgens bis 14. März 6 Uhr Morgens.

1	14. März	6 Uhr Morg.											— 2¼	13			
2	-	8 - -											— 2¼	13½			
3	-	10 - -											0	16½			
4	-	12 - -											1	16			
5	-	2 - Nachm.											0	15¼			
6	-	4 - -											0	16			
7	-	6 - -											— 1	15			
8	-	8 - -											— 2	15			
9	-	10 - -											— 2	15			
10	-	12 - -											— 1	13½			
11	15. März	2 - Morg.											— 1	12½			
12	-	4 - -											— 1½	13½			

Alle Klappen bleiben ganz geschlossen bis zum 15. März 6 Uhr Morgens, zu welcher Zeit alle geöffnet werden.

Kohlenverbrauch: 3 Centner. Vom 14. März 6 Uhr Morgens bis 15. März 6 Uhr Morgens.

Laufende Nummer.	Datum	Tageszeit	Geschwindigkeit der Luft: im Schornsteinmantel, Querschnitt = 11,40 Quadratfuß. Zahl Umlauf in 1 Minute	Geschwindigkeit in 1 Secunde	Abgeführtes Luftquantum per Stunde Cbf.	in den Ventilationsöffnungen des Saales, Querschnitt = 16 · 1,32 = 21,12 Quadratfuß. Nummer der Oeffnung	Zahl der Umdrehungen in 1 Minute	Geschwindigkeit in 1 Secunde	Abgeführtes Luftquantum per Stunde Cbf.	in den Canälen für kalte Luft: Querschnitt = 2 · 3,5 · 2,25 = 15,75 Quadratfuß. Zahl der Umdrehungen in 1 Minute	Geschwindigkeit in 1 Secunde	Abgeführtes Luftquantum per Stunde Cbf.	Temperatur nach Grad Reaumur: im Freien	im Saal	im Schornstein	der ausströmenden Luft in: Heizung I	Heizung II.
1	15. März	6 Uhr Morg.													13¼			
2	-	8 -													13¼			
3	-	10 -													15	15	23	22⅓
4		10 - 45 M.				21 r. 518 4 l. 456 7 l. 401 7 r. 365 5 r. 489 2 r. 187	M. 418	2,08	196162				15				
5	-	11 - -	513	2,87	117785 · 1,86 = 219060								15					
6	-	12 - -											15					
7	-	2 - Nachm.											15					
8	-	4 -											14					
9	-	6 -											15					
10	-	8 - -											16¼					
11	-	10 - -											14½					
12	-	12 - -											13½					
13	16. März	2 - Morg.											12½					
14	-	4 - -											12					

Witterung: Bedeckt, schwacher Wind. Alle Klappen sind ganz geöffnet. Hygrometerstand im Saal 46 Proc.
Kohlenverbrauch: 7 Ctr. Vom 15. März 6 Uhr Morgens bis 16. März 6 Uhr Morgens.

1	16. März	6 Uhr Morg.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	— 1¼	14	....	....	....
2	-	8 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	¼	15	....	....	....
3	-	10 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1¼	14½	....	....	....
4	-	12 - -	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2½	16½	....	....	....
5	-	2 - Nachm.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	3½	16¼	....	....	....

Alle Klappen sind ganz geöffnet. Von dem Dampf eines Pfundes Pulver war nach 3 Stunden ein Geruch nicht mehr wahrzunehmen. Wegen fehlenden Brennmaterials wurden die Versuche bis auf Weiteres eingestellt.
Kohlenverbrauch: 5 Ctr. Vom 16. März 6 Uhr Morgens bis 16 März 2 Uhr Nachmittags.

1[1])	19. März	10 Uhr 40 M. Vm.	339	2,12	87005 · 1,86 = 162429	2 r. 334 7 r. 248 7 l. 212 2 l. 314	M. 277	1,76	133056	....	....	....	1½	3	2½	....	....
2[2])	-	11 - 30 - -	372	2,29	93982 · 1,86 = 174808	2 r. 372 7 r. 272 7 l. 243 2 l. 362	M. 312	2,00	152064	....	....	....	1½	3	4½	....	....

1) Witterung: Klares Wetter, mäfsiger Nord-Ost-Wind. Alle Klappen sind geöffnet, ohne jegliche Heizung. Wirkung des Windes.
2) Zum Versuch Nr. 2 war der Coaksofen angeheizt worden.

Es wurde nunmehr von dem Curatorium beschlossen, beim Bau der übrigen Krankengebäude, mit Ausnahme der Isolirgebäude, die Wasserheizung zur Ausführung zu bringen, weil bei den erheblichen Vortheilen dieser Anlage gegen die Luftheizung das gröfsere Anlagecapital sowohl, als auch der gröfsere Kohlenverbrauch zur Genüge motivirt zu erachten seien.

Unter Berücksichtigung derjenigen Punkte, welche den gemachten Beobachtungen entsprechende Abänderungen erforderten, konnten nun erst von den Architekten die Projecte für die Gesammtanlage festgestellt werden, wie sie in den Zeichnungen dargestellt und nun im Folgenden beschrieben werden sollen. (Fortsetzung folgt.)

Gropius & Schmieden.

Digitized by Google

Untersuchungen über Längen- und Querprofil geschiebeführender Flüsse.

(Mit Zeichnungen auf Blatt W im Text.)

Flufsthäler und Flufsbetten haben ihre Gestalt fast ausschliefslich durch die Wirkung der fliefsenden Wasser erhalten. Unter Beihilfe der chemischen Einflüsse der Niederschläge und der Atmosphäre vollziehen sich an der Gesammtoberfläche der Erde Verwitterungen, Zersprengungen und Zerklüftungen, wesentlich gefördert durch Eisbildungen und Temperaturveränderungen. Die in mehr oder minder grofse Brocken zerfallenen festen Gesteine gelangen, theilweise auch durch Vermittelung der Gletscher, endlich in das Gebiet des fliefsenden Wassers und verfolgen ihren Weg mit demselben zu den tieferen Punkten der Erdoberfläche. Das fliefsende Wasser besitzt nämlich die Eigenschaft, unter günstigen Umständen feste Körper (Gerölle) mit sich zu reifsen, wenn die Reibungswiderstände, welche ihrer Bewegung entgegenstehen, durch den Angriff des Wassers überwunden werden. Da nun, unter Voraussetzung ähnlicher Oberflächen-Gestaltung der Gerölle, die Widerstände wachsen wie die 3ten Potenzen, die Angriffe des Wassers jedoch nur wie die 2ten Potenzen ihrer Längenabmessungen, so sieht man sofort ein, dafs bei einer bestimmten Wassergeschwindigkeit alle auf dem Flufsboden sich befindenden Gerölle verschiedenster Gröfse in zwei Abtheilungen zerfallen müssen, von denen die eine sich mit dem Flusse bewegt, die andere hingegen liegen bleibt. Die liegen gebliebenen Gerölle erhöhen also so lange das Flufsbett, bis sie durch Aufstauungen des Wassers oder durch Vergröfserung des Längengefälles des Flusses Geschwindigkeiten erzeugt haben, welche das Gerölle weiterführen. Es leuchtet demnach ein, dafs an irgend einem Punkte eines Flufslaufes die Gröfse des Gerölles einer bestimmten Geschwindigkeit, in der Regel wohl der Maximalgeschwindigkeit, des über ihm fliefsenden Wassers entspricht. Durch die Fortbewegung des Gerölles auf dem Flufsboden erfolgt aber ein Abschleifen und Verkleinern desselben nach gewissen, von den physikalischen Eigenschaften des Steines abhängigen Gesetzen. Im Allgemeinen gehört also zur Fortbewegung des Gerölles eine um so geringere Maximalgeschwindigkeit des Wassers, je weiter das Gerölle in seiner Bahn von dem ersten Erzeugungsorte, dem Felsengebirge, fortgeführt worden ist. Die an einem bestimmten Punkte eines Flufslaufes abgeführten Wassermengen bleiben im grofsen Ganzen unveränderlich, aufserordentlich grofse Zeiträume müssen seit Beginn einer Thalbildung verflossen sein, so dafs sich Maximalwassergeschwindigkeiten, Sichtung des Gerölles nach seiner Gröfse, Fortbewegung desselben auf der Flufssohle u. s. f. in regelmäfsig beharrlichem oder periodisch wiederkehrendem Verlauf ausgebildet haben und dafs alle Eigenschaften eines Stromes im Gleichgewicht stehen und sich gegenseitig bedingen. Dafs bei den Strömen solche nach grofsen Gesetzen sich richtende Gleichgewichtszustände bestehen, zeigen ihre Längenprofile in auffälliger Weise: so lange ihre Betten im Schuttlande liegen, bilden sie in ihrer Längenaxe nach oben hohle krumme Linien, die nach den Quellengebieten zu sich stetig steiler aufrichten. Unterbrochen werden diese Linien an solchen Stellen, wo durch irgend eine Veranlassung der Flufsboden unbeweglicher wird, als die über ihm wegrollenden Geschiebe, sei es dafs feste noch nicht vollständig durchbrochene Felsgebirge oder verhärtete und zusammengeklebte Geschiebemassen den Flufsboden bilden. Unterhalb solcher Unregelmäfsigkeiten, den Gefällbrechpunkten und Stromschnellen, setzen sich die richtigen Curven der Längenprofile wieder weiter fort.

Die ganze Gestaltung der Flufsthäler und in weiterem Verfolge fast der gesammten Erdoberfläche, welche überall der umbildenden Wirkung der im grofsen Kreislaufe zu den Meeren zurücklaufenden Wasser unterliegt, mufs daher von den im Vorhergehenden angedeuteten Vorgängen abhängen. Die Kenntnifs der hier obwaltenden Gesetze ist von allgemeinem Werthe; namentlich mufs sie dem Strombaumeister nützlich und höchst wünschenswerth erscheinen, um die Aenderungen des Längenprofils vorherzusagen, die in Folge von Strombauten, welche die Eigenschaften der Ströme umgestalten, insbesondere die Breiten der Wasserflächen verringern, eintreten müssen. Die fast immer beobachtete Erscheinung des Sinkens der Wasserstände und des Vertiefens der Strombetten im Verlaufe mehrerer Jahre nach Ausführung der Strombauten gehört unzweifelhaft hierher.

In der nachfolgenden Abhandlung wird, soweit dem Verfasser bekannt, zum erstenmale der Versuch gemacht, jene Gesetze zu ergründen; es war dabei nöthig, von gewissen und im Allgemeinen wahrscheinlichen Voraussetzungen, die sich besonders auf die Abnahme der Geschiebegröfse während des Fortrollens der Steine auf dem Flufsbette beziehen, auszugehen. Inwieweit diese Voraussetzungen zutreffend sind, mufs dahingestellt bleiben, sie bedürfen jedenfalls der Prüfung an den verschiedensten Flüssen und unter den verschiedensten Verhältnissen. Einige Anwendungen der gefundenen Resultate sind gemacht worden am Rheine in seinem Laufe von Basel bis Mannheim, für welche Strecke ein genaues Längennivellement und eine Reihe von Messungen über Wassergeschwindigkeiten und Gröfse der Geschiebe zur Verfügung standen. Aber auch diese Messungen, welche naturgemäfs mit bedeutenden Schwierigkeiten und Unsicherheiten verbunden sind, bedürfen noch einer Vervollständigung.

Der Nutzen dieser Untersuchung wird vorzugsweise darin bestehen können, die Aufmerksamkeit der Techniker auf den behandelten wichtigen Gegenstand zu lenken und zu ferneren Messungen und Betrachtungen, die zur Aufklärung der obwaltenden Gesetze dienen, Veranlassung zu bieten.

Abhängigkeit der Geröllegröfse von der Wassergeschwindigkeit.

Der Wasserstofs P gegen einen Körper wird gemessen durch den Ausdruck:

$$P = \varepsilon \frac{w^2}{2g} \cdot F \cdot \gamma,$$

in welchem bedeutet:

- w die Geschwindigkeit des Wassers (Meter in einer Secunde),
- g Beschleunigung der Schwere ($9{,}_{81}$ Meter),
- F den Inhalt der zur Stromrichtung senkrechten Projection des Körpers (in Quadratmetern),
- γ das Gewicht einer Cubikeinheit Wasser (1 Cubikmeter = 1000 Kilogramm),

Digitized by Google

ε einen Coëfficienten, der von der Gestalt des Körpers abhängt.

Nach Eytelwein ist für eine Kugel $\varepsilon = 0{,}7886$. Die Flufsgerölle sind zwar abgerundet, bilden aber in der Regel länglich gezogene Formen, wodurch ε gröfser als $0{,}7886$ wird; für die folgende Rechnung werde $\varepsilon = 0{,}8$ gesetzt.

Hiernach findet sich

$$P = 0{,}8 \cdot \frac{w^2}{2 \cdot 9{,}81} \cdot F \cdot 1000 = 40{,}77 \cdot F \cdot w^2 \text{ Kilogramm.}$$

Man wird der Wirklichkeit ziemlich nahe kommen, wenn man die Form eines Gerölles als Umdrehungsellipsoid annimmt, dessen längere mit der Bewegungsrichtung des Wassers parallele Umdrehungsaxe $2a$ doppelt so grofs als die kleine Axe $2b$ ist. Dann ist $F = \pi b^2$ und

(1) . . $P = 40{,}77 \cdot \pi b^2 \cdot w = 128 b^2 \cdot w^2$.

Wenn ein Körper, auf welchen ein Wasserstofs wirkt, eben anfängt sich zu bewegen, so mufs sein Reibungswiderstand dem Wasserstofs das Gleichgewicht halten. Ist demnach γ_1 das Gewicht einer Cubikeinheit des Körpers (Kilogramm für einen Cubikmeter) und J das Volumen des Körpers (in Cubikmetern), endlich η der Reibungscoëfficient ($0{,}5$ für Stein auf Stein), so ist

$$P = \eta \cdot J (\gamma_1 - \gamma).$$

Bei der vorausgesetzten Gestalt des Gerölles ist aber $J = \frac{4}{3} \pi a b^2$, und wenn $\gamma_1 = 2200$ (Kilogr. pro kb^m) gesetzt wird, so erhält man

$$P = 0{,}5 \cdot \tfrac{4}{3} \pi \cdot a b^2 (2200 - 1000) \text{ und, da } a = 2b$$

(2) $P = 0{,}5 \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot 2b^2 \cdot 1200 = 5026 \cdot b^3$.

In Verbindung mit Gleichung (1) ist demnach

$$128 \cdot b^2 \cdot w^2 = 5026 \cdot b^3, \text{ woraus}$$

(3) . . . $w = 4{,}43 \sqrt{2b} = \zeta \sqrt{2b}$.

Der gefundene Werth des Coëfficienten $\zeta = 4{,}43$ ist abhängig von der Form, der Dichte und dem Reibungscoëfficienten des Gerölles, mufs deshalb mit vielen Unsicherheiten behaftet sein. Die dem Verfasser bekannt gewordenen Versuche über die Bewegung des Gerölles liefern für ζ andere Werthe.

Nach Dubuat werden Gerölle eben bewegt:

von der Gröfse eines Aniskornes	$w = 0{,}108^m$,	$2b$ geschätzt zu $0{,}001^m$,	$\zeta = \frac{w}{\sqrt{2b}} = 3{,}41$,
- - - einer Erbse	$0{,}189^m$,	- - $0{,}005^m$,	$2{,}67$,
- - - einer grofsen Bohne	$0{,}325^m$,	- - $0{,}010^m$,	$3{,}25$,
abgerundete Steine vom Durchmesser	$0{,}027$ $0{,}650^m$,	gemessen	$0{,}027^m$, $4{,}00$,
von Hühnereigröfse	$0{,}975^m$.	geschätzt	$0{,}038^m$. $5{,}00$.

Nach Umpfenbach enthält das Bett kleinerer Flüsse bei nachstehenden Geschwindigkeiten w_0 an der Wasseroberfläche folgende Materialien:

Kies von $0{,}024^m$ Durchmesser	$w_0 = 0{,}942^m$,	$2b = 0{,}024^m$,	$w = 0{,}6\, w_0 = 0{,}565^m$,	$\zeta = \frac{w}{\sqrt{2b}} = 3{,}50$,
- - $0{,}052^m$ -	$1{,}569^m$,	$0{,}052^m$,	$0{,}929^m$,	$4{,}07$,
Steine von $0{,}00515$ Cubikmeter Inhalt	$2{,}197^m$,	$2b = \sqrt[3]{\frac{3J}{\pi}} = 0{,}170^m$,	$1{,}318^m$,	$3{,}20$,
- - $0{,}0309$ - -	$3{,}136^m$,	$0{,}309^m$,	$1{,}883^m$,	$3{,}39$,
- - $0{,}0618$ - -	$4{,}709^m$,	$0{,}390^m$,	$2{,}825^m$,	$4{,}52$.

Nach Funk ist für

Granitgeschiebe von $0{,}048^m$ bis $0{,}06^m$ Dicke $w_0 = 1{,}71$, also $w = 1{,}04$ und $\zeta = \frac{w}{\sqrt{2b}} = 4{,}75$ bis $4{,}24$.

In dieser Tabelle wurde zur Berechnung der letzteren Reihen angenommen, dafs die Bodengeschwindigkeit $w = 0{,}6 \cdot w_0$ (der Oberflächengeschwindigkeit) sei und dafs die Steine die Gestalt der vorher beschriebenen länglichen Umdrehungsellipsoide haben.

Nach John Leslie (siehe Stevenson, On Harbours, Edinburg 1864, Cap. IX, pag. 158) ist

$c = 4 \sqrt{a}$, wenn c die Geschwindigkeit des Wassers in der Stunde und in englischen Meilen, und a die Seite eines Steinwürfels in englischen Fufsen ist.

Für Meter und Secunden ist diese Formel $w = 3{,}23 \sqrt{2b}$, also $\zeta = 3{,}23$ für den ebenflächigen Würfel. Für runde Körper würde diese Zahl mit $\sqrt{2}$ zu multipliciren sein, also $\zeta = \sqrt{2} \cdot 3{,}23 = 4{,}56$. Die so abgeleiteten Werthe von ζ sind keineswegs constant, was auch bei der Unsicherheit der Angaben kaum anders zu erwarten war. Die Feststellung von ζ durch fernere und genaue Versuche erscheint sehr wünschenswerth. Als mittlerer Werth kann $\zeta = 4$ eingesetzt werden, was auch mit neueren Beobachtungen am Rhein zu Basel (Grebenau, Rheinstrommessung bei Basel, 1873) übereinzustimmen scheint; es fand sich dort im Durchschnitt $2b = 0{,}17^m$, was einer mittleren Bodengeschwindigkeit beim höheren Wasserstande $w = 4 \sqrt{0{,}17} = 1{,}65^m$ entspricht.

Abnutzen des Gerölles beim Wandern desselben auf dem Flufsboden.

Bei Ermittelung des Gesetzes, welches die Abnahme der Geröllegröfse darstellt, gehen wir von folgender Voraussetzung aus:

Die Abnutzung eines Geröllsteines ist proportional seinem Gewichte im Wasser und dem von ihm zurückgelegten Wege.

Wir bezeichnen einen Punkt des Flufslaufes durch die Länge x, welche von irgend einem Anfangspunkte aus nach der Richtung der Bewegung wachsend gemessen wird.

Nach obiger Voraussetzung ist die Abnutzung eines Steines beim Durchlaufen des Weges dx proportional $b^3 (\gamma_1 - \gamma) dx$, insofern unter der Annahme, dafs die Gestalt des Steines während seiner Verkleinerung immer mit sich selbst ähnlich bleibe, sein Gewicht im Wasser propor-

Digitized by Google

tional $\delta^3 (\gamma_1 - \gamma)$ ist. Andererseits ist aber dann auch die Abnutzung des Steines proportional der Gröfse $- d(\delta^3)$. Es besteht daher die Gleichung:

$$(4) \quad \ldots \quad - d(\delta^3) = \eta_1 \cdot \delta^3 (\gamma_1 - \gamma)\, dx,$$

in welcher η_1 eine durch die Natur des Steinmaterials abhängige Constante bedeutet.

Daher

$$-3\delta^2 d\delta = \eta_1 \cdot \delta^3 (\gamma_1 - \gamma) dx \text{ oder } \frac{d\delta}{\delta} = \frac{\eta_1 (\gamma - \gamma_1)}{3} \cdot dx$$

und $\ln \delta = \frac{\eta_1 (\gamma - \gamma_1)}{3} x + \text{Const.}$; sind x_0 und δ_0 zusammengehörige Werthe, so ist auch

$$\ln \delta_0 = \frac{\eta_1 (\gamma - \gamma_1)}{3} x_0 + \text{Const., daher}$$

$$\ln \frac{\delta}{\delta_0} = \frac{\eta_1 (\gamma - \gamma_1)}{3} (x - x_0) \text{ oder } \delta = \delta_0 e^{\frac{\eta_1 (\gamma - \gamma_1)}{3} (x - x_0)}.$$

Setzt man ferner noch der Kürze wegen

$$\frac{\eta_1 (\gamma - \gamma_1)}{3} = \lambda, \text{ so ist}$$

$$(5) \quad \ldots \quad \ln \frac{\delta}{\delta_0} = \lambda (x - x_0) \quad \text{oder} \quad \delta = \delta_0 e^{\lambda (x - x_0)}.$$

Zur Ermittelung von λ kann man an zwei verschiedenen Punkten x und x_0 des Flusses die Geschiebehalbmesser δ u. δ_0 messen und hat dann

$$(6) \quad \ldots \quad \lambda = \frac{1}{x - x_0} \cdot \ln \frac{\delta}{\delta_0}.$$

Die Geschiebehalbmesser lassen sich jedoch nur mit Schwierigkeit und jedenfalls nicht mit der nöthigen Genauigkeit messen, da die Formen der einzelnen Steine mehr oder weniger unregelmäfsig sind und es sich hier offenbar um Mittelwerthe handelt, bei denen die kleinen Gerölle als in beschleunigter Wanderung begriffen und nicht der fraglichen Flufsstelle angehörig ganz aufser Acht bleiben müssen.

Vermöge Gleichung (3) läfst sich der Ausdruck (6) umformen, da aus $w = \sqrt[3]{2\delta}$ und entsprechend $w_0 = \sqrt[3]{2\delta_0}$ folgt: $\frac{\delta}{\delta_0} = \frac{w^3}{w_0^3}$, wodurch entsteht

$$(7) \quad \lambda = \frac{1}{x - x_0} \cdot \ln \frac{w^3}{w_0^3} = \frac{2}{x - x_0} \ln \frac{w}{w_0} = \frac{2}{x - x_0} \ln \frac{u}{u_0},$$

worin u und u_0 die mittleren Geschwindigkeiten in den Querprofilen des Flusses bei x und x_0 bezeichnen.

Da $u_0 > u$, so ist also der Coëfficient λ negativ.

Zur Einführung dieser mittleren Geschwindigkeiten sind wir berechtigt, weil wir von Eigenschaften des Stromes im Allgemeinen sprechen, jedenfalls aber auch, weil die Verhältnisse $\frac{w}{w_0}$ und $\frac{u}{u_0}$ stets sehr nahe einander gleich sein werden.

Längenprofil der Flufsoberfläche.

Es sei:

Q die Wassermenge (Cubikmeter), welche durch den Flufsquerschnitt, während des Beharrungszustandes, in der Zeiteinheit (Secunde) fliefst,

F der Inhalt (Quadratmeter) dieses Flufsquerschnittes senkrecht zur Bewegungsrichtung gemessen,

p die benetzte Länge der Querschnittsfigur (Meter).

$\frac{F}{p} = r$ der mittlere Radius (Meter),

α das relative Gefälle der Flufsoberfläche (Gefälle auf die Längeneinheit),

u wie vorher die mittlere Geschwindigkeit des Wassers (Meter in einer Secunde),

k ein Coëfficient;

so ist:

$$(8) \quad \ldots \quad F \cdot u = Q,$$

$$(9) \quad \ldots \quad u = k \cdot \sqrt{\frac{F}{p}} \sqrt[n]{\alpha}.$$

In diesem letzten Ausdrucke ist für gröfsere Ströme:

nach Eytelwein (Chezy, Tadini) $n = 2$, $k = 50$,

nach Humphreys & Abbot $n = 4$, $k = 5{,}_{65}$ (im Mittel),

nach Hagen $n = 6$, $k = 2{,}_{4257}$,

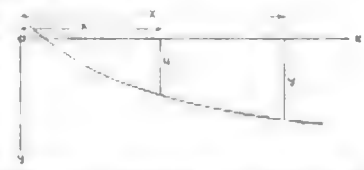
nach Bazin & Darcy $n = 2$, $k = \frac{1}{\sqrt{0{,}_{00025} + \frac{0{,}_{00035}}{r}}}$,

nach Ganguillet & Kutter

$$n = 2,\ k = \frac{\frac{1}{0{,}_{025}} + 23 + \frac{0{,}_{00155}}{\alpha}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}_{00155}}{\alpha}\right) \cdot \frac{0{,}_{025}}{\sqrt{r}}}.$$

In der nachstehenden Rechnung wird k als Constante behandelt werden, wodurch es nothwendig wird, bei Anwendung der eben angeschriebenen empirischen Formeln, in welchen k als Funktion von r oder von α und r erscheint, für k entsprechende Mittelwerthe zu setzen.

Denkt man sich die in eine Ebene gestreckte Curve des Längen-Profils der Flufsoberfläche auf rechtwinkelige Coordinaten bezogen, die Abscissen x horizontal und positiv nach der Richtung der Wasserbewegung und die Ordinaten y positiv von oben nach unten, so gilt unmittelbar die Gleichung (5)



$$\delta = \delta_0 \cdot e^{\lambda (x - x_0)}.$$

Aufserdem besteht noch die Beziehung (3)

$$w = \sqrt[3]{2\delta},$$

in welchem Ausdrucke w offenbar als mittlere Bodengeschwindigkeit aufzufassen ist. Es ist zwar noch nicht gelungen, die Abhängigkeit der mittleren Bodengeschwindigkeit w von der mittleren Geschwindigkeit u im ganzen Querschnitte in geschlossener Formel darzustellen, jedoch dürfte nach den bekannt gewordenen Messungen $w = \frac{3}{4} u$ der Wirklichkeit nahe liegen. Durch Einsetzung dieses Werthes entsteht aus Gleichung (3)

$$(10) \quad \ldots \quad u = \tfrac{4}{3} \sqrt[3]{2\delta}.$$

Aus den Gleichungen (8, 9, 5, 10) lassen sich wichtige Beziehungen ableiten. Setzt man den Werth δ aus Gleichung (5) in Gleichung (10), so folgt:

$$(11) \quad u = \tfrac{4}{3} \sqrt[3]{2 \cdot \delta_0 \cdot e^{\lambda (x - x_0)}} = u_0 e^{\frac{\lambda}{3} (x - x_0)}$$

und vermöge Gleichung (8)

$$(12) \quad \ldots \quad F = \frac{Q}{u} = \frac{Q}{u_0} e^{-\frac{\lambda}{3} (x - x_0)}.$$

Es ist demnach sowohl die mittlere Geschwindigkeit u von einem beliebigen Punkte x des Flufslaufes, als auch die

Digitized by Google

zu einer bestimmten Wassermenge Q gehörige Querschnittsfläche F nur allein abhängig von der Abscisse x, wobei vorausgesetzt ist, dafs an einem oberhalb liegenden Punkte das Geschiebekorn eine durch die Localverhältnisse bedingte Gröfse hat.

Setzt man nun den Werth für F aus Gleichung (12) in Gleichung (9), so ergiebt sich, weil $\alpha = \frac{dy}{dx}$ ist:

$$(13) \quad u = k \cdot \sqrt[n]{\frac{Q}{u \cdot p}} \sqrt[n]{\frac{dy}{dx}} \quad \text{oder} \quad dy = \frac{u^{\frac{3n}{2}}}{k^n} \left(\frac{p}{Q}\right)^{\frac{n}{2}} \cdot dx,$$

mithin nach Gleichung (11)

$$(14) \quad \ldots \quad dy = \frac{u_0^{\frac{3n}{2}}}{k^n} \left(\frac{p}{Q}\right)^{\frac{n}{2}} e^{\frac{3}{4}\lambda n(x-x_0)} \cdot dx.$$

Dies ist die Differentialgleichung der Curve des Längenprofils des Flufslaufes, welche verschiedene Gestalt annimmt, je nachdem man über das Verhältnifs $\frac{p}{Q}$ verfügt. In dem Folgenden soll diese Curve für einige Fälle weiter betrachtet werden, welche sich den Eigenschaften natürlicher oder regulirter Flüsse am nächsten anschliessen.

I. Es sei $\frac{p}{Q} = c$ constant, d. h. die Breite des Flusses sei proportional der Wassermenge, welche gleichzeitig durch die verschiedenen Flufsquerschnitte fliefst.

Für einen Punkt xy ist also $\frac{p}{Q} = c$; da aufserdem $\frac{Q}{F} = u$, so ist $\frac{F}{p} = r = \frac{1}{\mu \cdot c}$. Der mittlere Radius wächst also umgekehrt proportional mit der Geschwindigkeit.

Nach Gleichung (13) ist ferner

$$\frac{dy}{dx} = \frac{c^{\frac{n}{2}}}{k^n} \cdot u^{\frac{3}{2}n},$$

das relative Gefälle wächst also proportional mit $u^{\frac{3}{2}n}$.

Da Q in der Regel mit x wächst, nach Gleich. (11) u jedoch stets mit x abnimmt, so hat also ein Flufs, für welchen $\frac{p}{Q} = c$ ist, die Eigenschaft, von der Quelle abwärts Tiefe (r) und Breite (p) zuzunehmen, an Geschwindigkeit und Gefälle aber abzunehmen.

Nach Gleichung (14) ist nun:

$$(15) \quad dy = \frac{c^{\frac{n}{2}} u_0^{\frac{3n}{2}}}{k^n} \cdot e^{\frac{3}{4}\lambda n(x-x_0)} \cdot dx.$$

Legt man den Coordinatenursprung an den Punkt der Wasseroberfläche, welcher u_0 entspricht, so schreibt sich die Gleichung einfacher

$$(15^a) \quad \ldots \quad dy = \frac{c^{\frac{n}{2}} \cdot u_0^{\frac{3n}{2}}}{k^n} \cdot e^{\frac{3}{4}\lambda n \cdot x} \cdot dx,$$

also unter Berücksichtigung, dafs für $x = o$ $y = o$.

$$(16) \quad y = \frac{c^{\frac{3}{2}} \cdot u_0^{\frac{3n}{2}}}{\frac{3}{4} \cdot \lambda \cdot n \cdot k^n} \cdot \left(e^{\frac{3}{4}\lambda nx} - 1\right)$$

Wenn von der Curve ein weiterer Punkt x_1 y_1 (z. B. die Höhe des Meeres an der Ausmündungsstelle, die Flufshöhe bei einem Gefällebrechpunkt u. s. f.) bekannt wäre, so müsste sein

$$(16^a) \quad y_1 = \frac{c^{\frac{n}{2}} \cdot u_0^{\frac{3n}{2}}}{\frac{3}{4} \lambda \cdot n \cdot k^n} \cdot \left(e^{\frac{3}{4}\lambda nx_1} - 1\right)$$

also durch Division beider Gleichungen:

$$(17) \quad y = \frac{y_1}{e^{\frac{3}{4}\lambda n x_1} - 1} \left(e^{\frac{3}{4}\lambda nx} - 1\right) = \frac{y_1}{1 - e^{\frac{3}{4}\lambda n x_1}} \left(1 - e^{\frac{3}{4}\lambda nx}\right)$$

Aus (16ª) bestimmt sich die Constante c

$$(18) \quad c^{\frac{n}{2}} = \frac{y_1}{e^{\frac{3}{4}\lambda n x_1} - 1} \cdot \frac{\frac{3}{4}\lambda n k^n}{u_0^{\frac{3n}{2}}},$$

also auch die Breite des Flusses, welcher bei der Eigenschaft $\frac{p}{Q} = c$ durch die Punkte o und x_1 y_1 geht.

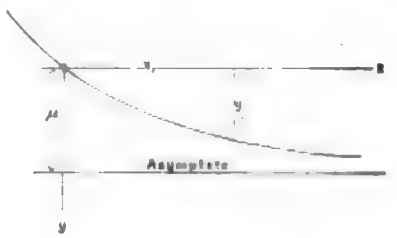
Bezeichnet man der Kürze wegen $\frac{y_1}{1 - e^{\frac{3}{4}\lambda n x_1}}$ mit μ und $\frac{3}{4}\lambda n$ mit ν, wo λ also auch ν negativ sind, so schreibt sich Gl. (17):

$$(19) \quad \ldots \quad y = \mu \left(1 - e^{\nu x}\right)$$

und $\frac{dy}{dx} = -\mu \nu \cdot e^{\nu x}$; $\frac{d^2y}{dx^2} = -\mu \nu^2 e^{\nu x}$

und es ist für

$x = -\infty$	$y = -\infty$	$tg\alpha = \frac{dy}{dx} = +\infty$	$\frac{d^2y}{dx^2} = -\infty$
$x = -$	$y = -$	$tg\,\alpha = +$	$\frac{d^2y}{dx^2} = -$
$x = o$	$y = o$		
$x = +$	$y = +$		
$x = +\infty$	$y = \mu$	$tg\,\alpha = o$	$\frac{d^2y}{dx^2} = o$



Die Curve, eine logarithmische Linie, geht also durch den Anfangspunkt der Coordinaten und durch den Punkt x_1 y_1, beginnt unendlich weit links und oben mit einem

Digitized by Google

senkrechten Elemente und hat eine horizontale Asymptote, welche um μ unterhalb des Anfangspunktes liegt.

Da $\frac{p}{Q} = c$ vorausgesetzt wurde, so ist also für jeden Flufspunkt die Breite (wasserbenetzte Länge des Profils) $p = Q\,c$ gegeben; sie ändert sich also nur mit Q, ist also zwischen den Einmündungsstellen zweier Nebenflüsse constant, nimmt dann aber plötzlich zu. Die Stetigkeit der Gefällcurve wird aber an solchen Stellen nicht unterbrochen, weil die Gleichung der Curve Q nicht enthält.

II. Es sei der mittlere Radius $r = \frac{F}{p}$ constant (bei gröfseren Flüssen ist dann auch die mittlere Tiefe constant).

Nach Gleichung (9) ist

$$u = k\sqrt{\frac{F}{p}}\sqrt[n]{\alpha} = k\sqrt{r}\sqrt[n]{\frac{dy}{dx}} \quad \text{oder} \quad \frac{dy}{dx} = \frac{u^n}{k^n \cdot r^{\frac{n}{2}}}$$

Da $F = \frac{Q}{u}$ und $p = \frac{F}{r}$, so ist auch $p = \frac{Q}{ur}$.

Hieraus schliefst sich, dafs ein solcher Flufs mit constanter Tiefe ein mit u^n proportionales relatives Gefälle besitzt; das Gefälle nimmt daher langsamer ab, als bei dem unter I. betrachteten Flusse, dessen Gefälle mit $u^{\frac{3n}{2}}$ proportional war, und weil u nur allein von x abhängt. Für die Strecken zwischen den Einmündungen zweier Nebenflüsse, wo also Q constant ist, nimmt die Flufsbreite p mit x zu, da $p = \frac{Q}{ur}$ und u mit x abnimmt; an den Einmündungsstellen selbst wächst die Breite plötzlich, um dann von Neuem stetig zu wachsen.

Setzt man in Gleichung (14) $p = \frac{Q}{ur}$, so entsteht:

$$dy = \frac{u_0^{\frac{3n}{2}}}{k^n} \cdot \left(\frac{1}{ur}\right)^{\frac{n}{2}} \cdot e^{\frac{3}{4}\lambda u (x - x_0)} \cdot dx \text{ und mittelst Gleichung (11)}$$

$$dy = \frac{u_0}{k^n \cdot r^{\frac{n}{2}}} \cdot e^{\frac{\lambda n}{2}(x - x_0)} \cdot dx$$

Legt man wieder den Coordinatenursprung in den Punkt x_0, zu welchem u_0 gehört, so schreibt sich einfacher

$$(20) \quad dy = \frac{u_0}{k^n \cdot r^{\frac{n}{2}}} \cdot e^{\frac{\lambda n x}{2}} dx.$$

also unter Berücksichtigung, dafs für $x = o$ $y = o$, ist

$$(21) \quad y = \frac{2 \cdot u_0}{k^n \cdot r^{\frac{n}{2}} \cdot \lambda n} \left(e^{\frac{\lambda n x}{2}} - 1\right)$$

Ist für einen bestimmten Punkt x_1 die Ordinate y_1 bekannt, so ist

$$(21^a) \quad y_1 = \frac{2 u_0}{k^n \cdot r^{\frac{n}{2}} \lambda n} \left(e^{\frac{\lambda n x_1}{2}} - 1\right), \text{ also durch Division}$$

$$(22) \quad y = y_1 \frac{e^{\frac{\lambda n x}{2}} - 1}{e^{\frac{\lambda n x_1}{2}} - 1} = y_1 \frac{1 - e^{\frac{\lambda n x}{2}}}{1 - e^{\frac{\lambda n x_1}{2}}}$$

Der constante mittlere Radius berechnet sich aus 21ª

$$(23) \quad r^{\frac{n}{2}} = \frac{2 u_0}{k^n \cdot \lambda n} \cdot \frac{e^{\frac{\lambda n}{2} x_1} - 1}{y_1}$$

Die allgemeine Form der Gleichung (22) stimmt mit der früher gefundenen Gl. (17) überein, die Curve des Längenprofils ist daher wieder eine logarithmische Linie, aber mit anderem Parameter, als die frühere.

III. Es seien die Flufsbreiten p überhaupt gegeben, ebenso die in den verschiedenen Punkten des Flufslaufes auftretenden Wassermengen Q, jedoch in der Beschränkung, dafs in den Strecken zwischen den Einmündungen je 2er aufeinanderfolgender Nebenflüsse, in welchen Q constant ist, auch p constant bleibe. Dann ist in jeder Strecke $\frac{p}{Q} = c$ constant und gegeben.

Der Coordinatenursprung sei durch die Oberfläche am Anfange der ersten oberen Flufsstrecke gelegt, die Coordinaten der unteren Begrenzung der ersten Flufsstrecke seien x_1 y_1, der zweiten x_2 y_2, der letzten x_m y_m; für die ν^{te} Strecke sei $\frac{p_\nu}{Q_\nu} = c_\nu$.

Ist u_0 die mittlere Wassergeschwindigkeit für den Anfangspunkt der Coordinaten, so ist nach Gleichung (15ª)

$$dy = \frac{c^{\frac{n}{2}} u_0^{\frac{3n}{2}}}{k^n} \cdot e^{\frac{3}{4}\lambda n \cdot x} dx, \text{ also}$$

$$y = \frac{c^{\frac{n}{2}} u_0^{\frac{3n}{2}}}{\frac{3}{4}\lambda n k^n} \cdot e^{\frac{3}{4}\lambda n x} + \text{Const. oder wenn kurz } \frac{u_0^{\frac{3n}{2}}}{\frac{3}{4}\lambda n k^n} = \omega$$

und $\frac{3}{4}\lambda n = \nu$ gesetzt wird,

$$(24) \quad y = \omega \cdot c^{\frac{n}{2}} \cdot e^{\nu x} + \text{Const.}$$

Für die erste Strecke ist $c = c_1$ und für $x = o$ $y = o$, also

$$o = \omega c_1^{\frac{n}{2}} + \text{Const. und}$$

$$y = \omega c_1^{\frac{n}{2}} \left(e^{\nu x} - 1\right) \text{ also auch}$$

$$y_1 = \omega c_1^{\frac{n}{2}} \left(e^{\nu x_1} - 1\right) \quad \ldots \quad (26)$$

Für die zweite Strecke ist $c = c_2$, also $y = \omega c_2^{\frac{n}{2}} e^{\nu x} + \text{Const.}$ für $x = x_1$ wird $y = y_1$, daher $y_1 = \omega c_2^{\frac{n}{2}} e^{\nu x_1} + \text{Const.}$

mithin (25) $\ldots\ldots y - y_1 = \omega c_2^{\frac{n}{2}} (e^{\nu x} - e^{\nu x_1})$

und

$$(26) \quad \begin{cases} y_2 - y_1 = \omega c_2^{\frac{n}{2}} \left(e^{\nu x_2} - e^{\nu x_1}\right) \\ y_3 - y_2 = \omega c_3^{\frac{n}{2}} \left(e^{\nu x_3} - e^{\nu x_2}\right) \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ y_m - y_{m-1} = \omega c_m^{\frac{n}{2}} \left(e^{\nu x_m} - e^{\nu x_{m-1}}\right) \end{cases} \text{ ähnlich:}$$

Durch Addition sämmtlicher Gleichungen (26) ergiebt sich:

$$(27) \quad y^m = \omega \left\{ c_1^{\frac{n}{2}} \left(e^{\nu x_1} - 1\right) + c_2^{\frac{n}{2}} \left(e^{\nu x_2} - e^{\nu x_1}\right) + \ldots + c_m^{\frac{n}{2}} \left(e^{\nu x_m} - e^{\nu x_{m-1}}\right) \right\}$$

Digitized by Google

Nimmt man y^m und alle Abscissen $x_1\ x_2 \ldots x_m$ als gegeben an, so liefert die Gleichung (27) nur einen einzigen Coëfficienten c. Man kann also alle übrigen $m-1$ Gröfsen c beliebig wählen, natürlich jedoch nur so, dass der aus der Gleichung (27) erfolgende m^{te} Coëfficient noch möglich bleibt, d. h. c nicht negativ wird. Durch die Wahl der $m-1$ und die Berechnung des m^{ten} Coëfficienten nehmen nun alle m Gleichungen (25) bestimmte Formen an und die Curve des Flufslaufes hat die Eigenschaft durch den Anfangspunkt der Coordinaten und durch den Punkt $x_m\ y_m$ zu gehen.

Die eben behandelte Aufgabe dürfte für den Strombau die verhältnissmäfsig gröfste Wichtigkeit haben. Man wird durch die Lösung in den Stand gesetzt, einem Strome, in welchen verschiedene Nebenflüsse münden, bei seiner Regulirung solche Breiten zu ertheilen, dafs die Wasserfläche eine ganz bestimmte gewünschte Curve im Längenprofil beschreibe, anderseits wird man in den Stand gesetzt, vorher zu bestimmen, welche Grenze die Veränderung der Wasserhöhen durch eine ausgeführte Flufscorrection endlich erreichen wird. Bekannt ist das so oft beobachtete Sinken des Wasserspiegels nach einer Beschränkung der Strombreite, aber ungewifs war es stets, bis zu welchem Maafse dieses Sinken fortschreiten werde.

Bestimmung des Coëfficienten λ.

Die in der vorhergehenden Untersuchung gefundenen Gleichungen enthalten einen bisher noch nicht bestimmten Coëfficienten $\lambda = \frac{i_1 (\gamma - \gamma_1)}{3}$, welcher von dem spezifischen Gewichte und dem Widerstandsvermögen der Gerölle gegen das Abschleifen abhängt. Bei verschiedenen Flüssen und selbst bei verschiedenen Strecken desselben Flufses wird λ verschiedene Werthe, die nur durch Beobachtungen zu finden sind, annehmen können. Zur Bestimmung von λ stehen uns mehrere Wege offen:

Nach Gleichung (6) ist $$\lambda = \frac{1}{x - x_0} \ln \frac{\delta}{\delta_0}$$

ferner nach Gleichung (7) $$\lambda = \frac{2}{x - x_0} \ln \frac{u}{u_0}$$

Endlich liefert die Beobachtung des Längenprofils eines regulirten und im Gleichgewichtszustande sich befindenden Flusses selbst ein Mittel zur Herleitung von λ.

Die Gleichungen (17) $y = y_1 \cdot \frac{1 - e^{\frac{3}{4}\lambda a x}}{1 - e^{\frac{3}{4}\lambda a x_1}}$ und

Gleichung (22) $y = y_1 \frac{1 - e^{\lambda a \cdot x}}{1 - e^{\lambda a x_1}}$

bezeichnen Curven, die durch den Anfangspunkt der Coordinaten und durch den Punkt $x_1\ y_1$ gehen; beobachtet man nun noch einen 3ten Punkt $x\ y$ der Curve, so enthalten diese Gleichungen nur noch die Unbekannte λ, welche also numerisch bestimmt werden kann.

Die erstere der drei Bestimmungsmethoden, unter Benutzung der Gleichung (6), scheint auf den ersten Blick die einfachere zu sein. Man bedarf hierzu nur der Kenntnifs der Geschiebegröfsen an zwei verschiedenen Punkten des Flufslaufes. Bei der unregelmäfsigen Gestalt und der ungleichen Gröfse der Geschiebe in demselben Querprofile ist jedoch die Beobachtung schwierig und sehr unsicher. Jedenfalls sind hierbei Sand und kleine Steinchen, welche aus dem Zertrümmerungsprozefs gröfserer Geschiebe oder aus dem Einbruche der unter anderen Bedingungen abgelagerten Ufermaterialien in den Flufslauf gelangt sind, sich in schneller Bewegung befinden und keineswegs dem Gleichgewichtszustande des Flusses angehören, von vornherein auszuschliefsen. Auch ist nicht zu vergessen, dafs jeder Nebenflufs Gerölle in den Hauptflufs führt, welches nur zufällig dem schon dort vorhandenen Gerölle gleich sein wird.

Die Ermittelung von λ aus Gleichung (7) scheint weniger schwierig zu sein; man bedarf hierzu nur der Kenntnifs der mittleren Geschwindigkeit u und u_0 an zwei verschiedenen Punkten des Flusses. Aber auch hier bleibt der Zweifel bestehen, für welche Wasserstände die Geschwindigkeiten zu messen sind, da bei der Gestalt der Strombetten fast aller Flüsse die Geschwindigkeiten mit den Wasserständen wachsen. Die kleinsten Wasserstände können aber unmöglich für die Ausbildung des Längenprofils maafsgebend sein, da für diese die gröberen Geschiebe liegen bleiben; auch werden wohl nicht die höchsten Wasserstände trotz der bei ihnen auftretenden stürmischen Geröllebewegung in Betracht gezogen werden dürfen, da sie in der Regel nur sehr kurze Zeit andauern. Es ist daher wahrscheinlich, dafs in der Formel $\lambda = \frac{2}{x - x_0} \ln \frac{u}{u_0}$ die mittleren Geschwindigkeiten bei mittleren oder etwas über mittleren Wasserständen zu nehmen sind. Uebrigens wird der hier obwaltende Zweifel weniger wichtig, da in der Formel nur das Verhältnifs $\frac{u}{u_0}$, welches für alle Wasserstände nahezu dasselbe ist, vorkommt.

Die Bestimmung von λ endlich aus dem Längennivellement eines regulirten Flusses in Verbindung mit den Gleichungen (17 u. 22) umgeht die Unsicherheit der beiden vorhergehenden Methoden, aber auch hier kann man im Zweifel sein, ob die Curve bereits die Ruhelage der vollkommenen Ausbildung erlangt hat, auch ist sie nur anwendbar bei schon längst ausgeführten Stromberichtigungen und daher nutzlos bei Beurtheilung von noch nicht vollendeten Bauten. Der Verfasser hat den Versuch gemacht, an der Strecke des Rheines von Basel bis Mannheim, für welche ihm Längennivellement und Stromkarte sowie einige Messungen von Geschiebegröfsen und Wassergeschwindigkeiten zu Gebote standen, nach allen 3 Methoden den Coëfficienten λ zu bestimmen und die wirkliche Curve des Längenprofils mit der durch die Gleichungen ausgedrückten Linie zu vergleichen.

A. Benutzung der Gleichung (6) $\lambda = \frac{1}{x - x_0} \ln \frac{\delta}{\delta_0}$.

Durch eine dankenswerthe Vermittlung der badischen Oberdirektion des Wasser- und Strafsenbaues wurden im Frühjahre 1872 am Rheine folgende Geschiebmessungen vorgenommen.

Digitized by Google

Distanzstein	Gemarkung	Stückzahl der in 1 Cub. Fufs enthaltenen Geschiebestücke m	Gewicht des gröfsten vorkommenden Geschiebestückes Kilogramm	Bemerkungen	Länge des Flufslaufes von Hüningen aus gerechnet, nach dem Längenprofil des Flusses eingetragen Meter x
Nr. 2	Weil an der Hüninger Brücke, unterhalb der Einmündung der Wiese	600	5,870	....	690
Nr. 97	Neuenburg	1211	4,750	....	29100
Nr. 186	Breisach an der Schiffbrücke . . .	1540	2,000	Mittel aus 3 Messungen	55920
Nr. 304	Kappel-Rheinau an der Fähre, unterhalb d. Mündung d. Elz u. Dreisam	7500?	2,250	Die Stückzahl erscheint unzuverlässig	91410
Nr. 466	Freistett unterhalb der Einmündung der Kinzig und Ill	1900	1,500	....	139800
Nr. 601	Au-Lauterburg unterhalb der Mündung der Murg	4821	1,000	Mittel aus 3 Messungen	180300
Nr. 872	Mannheim unterhalb der Einmündung des Neckar	5876	0,100	Mittel aus 6 Messungen	261600

Nennt man m_0 und m die Anzahl der Geschiebe vom Durchmesser $2b_0$ und $2b$, welche denselben Raum R ausfüllen, so ist unter Voraussetzung ähnlicher Geschiebeformen, wenn z eine constante Zahl bedeutet:

$$m_0 z \cdot b_0^3 = m z \cdot b^3 = R, \text{ also } \frac{m_0 b_0^3}{m b^3} = 1 \text{ oder } \frac{b}{b_0} = \sqrt[3]{\frac{m_0}{m}}.$$

Die Gleichung (6) wird hiernach $\lambda = \frac{1}{x - x_0} \cdot ln \sqrt[3]{\frac{m_0}{m}}$

$$= \frac{1}{3(x - x_0)} ln \frac{m_0}{m}.$$

Geht man von Weil bis Hüningen aus, so ist nun

für die Strecke Hüningen-Neuenburg:

$$\lambda = \frac{1}{3(29100 - 690)} ln \frac{600}{1211} = - 0_{00000}\,8233$$

für die Strecke Hüningen-Alt-Breisach:

$$\lambda = \frac{1}{3(55920 - 690)} ln \frac{600}{1540} = - 0_{00000}\,5689$$

für die Strecke Hüningen-Freistett:

$$\lambda = \frac{1}{3(139800 - 690)} ln \frac{600}{1900} = - 0_{00000}\,2762$$

für die Strecke Hüningen-Au:

$$\lambda = \frac{1}{3(180300 - 690)} ln \frac{600}{4821} = - 0_{00000}\,3867$$

für die Strecke Hüningen-Mannheim:

$$\lambda = \frac{1}{3(261600 - 690)} ln \frac{600}{5876} = - 0_{00000}\,2915$$

Geht man von Freistett aus, so ist

für die Strecke Freistett-Au:

$$\lambda = \frac{1}{3(180300 - 139800)} ln \frac{1900}{4821} = - 0_{00000}\,7684$$

für die Strecke Freistett-Mannheim

$$\lambda = \frac{1}{3(261600 - 139800)} ln \frac{1900}{5876} = - 0_{00000}\,3090$$

B. Benutzung der Gleichung (7) $\lambda = \frac{2}{x - x_0} ln \frac{u}{u_0}$.

Nach den Veröffentlichungen der Grofsherzoglich-Badischen Oberdirektion des Wasser- und Strafsenbaues: die Correktion des Rheines von Basel bis zur Grofsh. Hessischen Grenze, Denkschrift 1862, Seite 7, hat der Rhein bei Hochwasser eine Geschwindigkeit:

unterhalb Hüningen von	12 Fufs	$= 3{,}60^m$
bei Kehl	10 -	$= 3{,}00^m$
weiter abwärts (etwa bei Mannheim)	8 -	$= 2{,}40^m$.

Rechnet man

von Hüningen bis Kehl die Entfernung	$x - x_0$	$= 124080^m$
- Hüningen bis Mannheim -	$x - x_0$	$= 255000^m$
- Kehl bis Mannheim -	$x - x_0$	$= 130920^m$

so ist für die Strecke

Hüningen-Kehl $\lambda = \frac{2}{124080} \cdot ln \frac{10}{12} = - 0_{00000}\,298$

Hüningen-Mannheim $\lambda = \frac{2}{255000} ln \cdot \frac{8}{12} = - 0_{00000}\,318$

Kehl-Mannheim $\lambda = \frac{2}{130920} ln \frac{8}{10} = - 0_{00000}\,341$

C. Benutzung der Gleichung der Curve des Längenprofils:

$$(17)\ y = y_1 \cdot \frac{1 - e^{\frac{3}{\lambda_m} x}}{1 - e^{\frac{3}{\lambda_m} x_1}} \text{ oder } (22)\ y = y_1 \frac{1 - e^{\frac{\lambda_m}{x}}}{1 - e^{\frac{\lambda_m}{x_1}}}$$

und Beobachtung des Längenprofils eines regulirten Flufses.

Das von der vorher erwähnten Behörde veröffentlichte Längenprofil des Rheines nach der Aufnahme von 1852 bezieht sich auf den Lauf des Rheines von Basel bis unterhalb Mannheim. Der Flufs ist auf dieser Strecke durch die bekannten grofsartigen Strombauten für die niedrigen und höheren (jedoch nicht höchsten) Wasserstände in regelmäfsige feste Ufer gebannt. Die Arbeiten waren zur Zeit der Aufnahme noch nicht vollendet, wenn auch zum allergröfsten Theile der Stromlauf schon zwischen den neuen Ufern lag. Die Breite des regulirten Flufses beträgt unterhalb Basel 200^m und wächst bis zu 250 Meter bei Mannheim. Es läfst sich vielleicht annehmen, dafs die Strombreiten mit den bei Hochwasser durch den Rhein fliefsenden Wassermengen proportional angeordnet wurden; nähere Angaben hierüber sind dem Verfasser nicht bekannt geworden.

Das auf beigefügtem Blatt *W* dargestellte Längenprofil zeigt die Oberfläche des Hochwassers vom Jahre 1852. Die Curve ist zwar nach oben concav, enthält aber offenbar mehrere sehr auffällige Unregelmässigkeiten. Man mufs vermuthen, dafs das Strombett noch keineswegs seine durch die neuen Strombauten bedingte Gleichgewichtslage angenommen

Digitized by Google

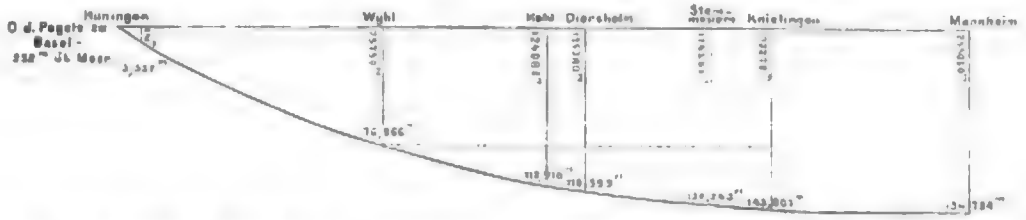
hat, was namentlich für die obere Stromstrecke, die vor der Regulirung sich in einer ganz besonderen Verwilderung befand, sehr wahrscheinlich ist. Aufserdem ist es möglich, dafs in der Nähe von Breisach, wo das vulkanische Kaiserstuhl-Gebirge dicht an den Rhein tritt und jedenfalls sich nicht weit unter der Sohle desselben wegzieht, die anstehenden harten Felsen einen Gefällebrechpunkt erzeugen.

Nach diesen Auseinandersetzungen wird man auf eine grofse Uebereinstimmung der Werthe für λ nicht rechnen dürfen, wenn man verschiedene Theile der Längenprofilcurve zur Bestimmung verwendet. Nachstehend ist diese Curve benutzt worden

1) von Wyhl unterhalb des Kaiserstuhles bis Knielingen unter Festhaltung eines mittleren Punktes bei Diersheim;

2) von Wyhl bis Mannheim unter Festhaltung eines mittleren Punktes bei Steinmauern;

3) von Hüningen bis Mannheim unter Festhaltung eines mittleren Punktes bei Kehl.



Werden die aus diesen Zahlen leicht abzuleitenden Ziffern in die Gleichung (17) $y = y_1 \frac{1 - e^{\frac{3}{4}\lambda n \cdot x}}{1 - e^{\frac{3}{4}\lambda n \cdot x_1}}$ eingesetzt, wobei von den 3 Punkten des betrachteten Curvenstückes der oberste die Coordinaten o, der mittlere x y, der untere x_1 y_1 hat, so folgt:

1) für die Strecke des Rheins Wyhl-Diersheim-Knielingen:

$41_{\cdot 735} = 67_{\cdot 101} \frac{1 - e^{\frac{3}{4}\lambda n \cdot 67030}}{1 - e^{\frac{3}{4}\lambda n \cdot 116520}}$, woraus sich ergiebt sehr annähernd $\lambda n = -\frac{1}{10^5}$

2) für die Strecke Wyhl-Steinmauern-Mannheim:

$61_{\cdot 377} = 77_{\cdot 228} \frac{1 - e^{\frac{3}{4}\lambda n \cdot 99850}}{1 - e^{\frac{3}{4}\lambda n \cdot 170250}}$, woraus sich ergiebt

$\lambda n = -\frac{1_{\cdot 826}}{10^5}$

3) für die Strecke Hüningen-Kehl-Mannheim:

$107_{\cdot 179} = 151_{\cdot 257} \frac{1 - e^{\frac{3}{4}\lambda n \cdot 123390}}{1 - e^{\frac{3}{4}\lambda n \cdot 254310}}$, woraus sich ergiebt

$\lambda n = -\frac{1_{\cdot 0047}}{10^5}$.

Der Werth von λ selbst erscheint dann, je nachdem man für n 2, 4, 6 setzt, verschieden; folgt man der am meisten zur Geltung gelangten Ansicht, nach welcher $n = 2$ ist, so ergiebt sich für die Strecke

Wyhl-Diersheim-Knielingen $\lambda = -0_{\cdot 00000}\,5$
Wyhl-Steinmauern-Mannheim $\lambda = -0_{\cdot 00000}\,813$
Hüningen-Kehl-Mannheim $\lambda = -0_{\cdot 00000}\,50235$.

Entscheidet man sich mehr für Formeln, in welchen $n = 4$ gesetzt ist, so ergeben sich für λ die Hälfte der eben angeführten Zahlen. Für $n = 6$ würden sich für λ entschieden zu kleine Werthe gegenüber den auf anderen Wegen ermittelten ergeben.

Man sieht aus dem Angeführten, dafs die nach den 3 verschiedenen Methoden ermittelten Werthe von λ keineswegs übereinstimmen. Wenn es erlaubt ist, sämmtliche Resultate als gleichwerthig zu betrachten, so erhält man als Mittelwerth $\lambda = -0_{\cdot 00000}\,476$ und $\lambda = -0_{\cdot 00000}\,406$, je nachdem man $n = 2$ oder $= 4$ setzt.

Man kann sich übrigens gewifs nicht verwundern, dafs die Werthe von λ so verschieden sich ergeben haben, wenn man bedenkt, dafs die der Rechnung zu Grunde liegenden Messungszahlen für die Anzahl der Geschiebe oder für die Stromgeschwindigkeiten nur sehr wenig zuverlässig sein können, indem die Mittelwerthe für ein ganzes Querprofil, um welche es sich doch handelt, entweder nicht gefunden wurden oder, wie bei den Geschwindigkeiten des Wassers, nur abgerundete Schätzungszahlen zu Gebote standen. Bei der zuletzt behandelten Methode zur Bestimmung von λ aus dem wirklich genau gemessenen Längenprofil des Flufses selbst, liegt offenbar weder ein im Gleichgewichte sich befindliches noch ein der Voraussetzung der Formeln scharf entsprechendes Flufsbett vor.

Vergleichung der gemessenen Längenprofil-Curve mit den durch die Gleichungen dargestellten Curven.

Es wird die Gleichung (17) benutzt: $y = y_1 \frac{1 - e^{\frac{3}{4}\lambda n \cdot x}}{1 - e^{\frac{3}{4}\lambda n \cdot x_1}}$.

1) Legt man durch Wyhl den Coordinatenursprung und setzt den für die Strecke Wyhl-Diersheim-Knielingen gefundenen Werth $\lambda n = -\frac{1}{10^5}$ ein, so folgt:

$$y = 67_{\cdot 101} \frac{1 - e^{\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{10^5} \cdot x}}{1 - e^{-\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{10^5} \cdot 116520}}$$

Diese Formel liefert die umstehend nächstfolgende Tabelle.

Diese Curve, welche in der Zeichnung auf Blatt *W* durch die dünne, voll ausgezogene Linie dargestellt ist und die Buchstaben *W. D. Kn.* trägt, schmiegt sich dem bestehenden Längenprofile des Rheines von einem etwa 20 K^m. unterhalb Hüningen liegenden Punkte bis nach Knielingen, auf etwa 172 K^m Länge sehr genau an, so dafs die Linien sich beinahe decken. Oberhalb und unterhalb der bezeichneten Punkte weicht aber die Curve ab, so dafs sie bei Hüningen schon $11_{\cdot 226}{}^m + 3_{\cdot 537}{}^m = 14_{\cdot 763}{}^m$ über die wirkliche Höhe

x Meter.	Ort.	Abscisse vom Nullpunkte des Längenprofils bei Hüningen gerechnet. Meter.	y Meter.	Ordinate vom Nullpunkte des Pegels zu Basel abwärts gerechnet. Meter.	Ordinate nach dem Längenprofile. Meter.
—75750	Hüningen	0	—88,092	—11,226	3,537 (nahe)
0	Wyhl	75750	0	76,866	76,866
20000		95750	16,041	92,907	
40000		115750	29,847	106,713	
60030	Diersheim	135780	41,747	118,613	118,599
80000		155750	51,958	128,824	
100000		175750	60,162	137,028	
116520	Knielingen	192270	67,101	143,967	143,967
120000		195750	68,339	145,205	λ
179250	Mannheim	255000	85,135	162,001	154,794

steigt, in Mannheim dagegen $162_{,001}{}^{m} - 154_{,794}{}^{m} = 7_{,207}$ unter derselben bleibt.

2) Legt man wieder durch Wyhl den Coordinatenursprung und setzt den für die Strecke Wyhl-Steinmauern-Mannheim gefundenen Werth: $\lambda n = -\frac{1_{,626}}{10^5}$ ein, so folgt:

$$y = 77_{,926}\,\frac{1 - e^{-\frac{3}{4}\cdot\frac{1_{,626}}{10^5}\cdot x}}{1 - e^{-\frac{3}{4}\cdot\frac{1_{,626}}{10^5}\cdot 179250}}$$

Diese Formel liefert nachstehende Tabelle:

x Meter.	Ort.	Abscisse vom Nullpunkte des Längenprofils bei Hüningen gerechnet. Meter.	y Meter.	Ordinate vom Nullpunkte des Pegels zu Basel abwärts gerechnet. Meter.	Ordinate nach dem Längenprofile. Meter.
—75750	Hüningen	0	-133,000	—56,140	3,537 (nahe)
0	Wyhl	75750	0	76,866	76,866
30000		105750	26,821	103,687	
60000		135750	45,426	122,292	
98850	Steinmauern	174600	61,377	138,243	138,243
120000		195750	67,280	144,146	
150000		225750	73,437	150,303	
179250	Mannheim	255000	77,028	154,794	154,794

Diese Linie, welche in der anliegenden Zeichnung fett punktirt dargestellt ist, und die Buchstaben *W. St. M* trägt, schliefst sich der wirklichen Curve des Längenprofils viel weniger an, als die unter 1) besprochene. Sie geht zwar vermöge des dem entsprechend bestimmten Werthes für λn durch die drei Punkte Wyhl, Steinmauern, Mannheim, ist aber im Allgemeinen viel zu stark gekrümmt, so dafs sie in Hüningen schon $56_{,140}{}^{m} + 3_{,537}{}^{m} = 69_{,677}{}^{m}$ zu hoch beginnen mufs.

3) Legt man den Anfangspunkt der Coordinaten durch einen Punkt 690 Meter unterhalb Hüningen und setzt den für die Strecke Hüningen-Kehl-Mannheim gefundenen Werth:

$$\lambda n = -\frac{1_{,0047}}{10^5} \text{ ein, so folgt:}$$

$$y = 151_{,257}\,\frac{1 - e^{-\frac{3}{4}\cdot\frac{1_{,0047}}{10^5}\cdot x}}{1 - e^{-\frac{3}{4}\cdot\frac{1_{,0047}}{10^5}\cdot 254310}} = 151_{,257}\,\frac{1 - e^{-\frac{0_{,000000}}{10^5}\cdot x}}{1 - e^{-1_{,0047}}}$$

Diese Formel liefert nachstehende Tabelle:

x Meter.	Ort.	Abscisse vom Nullpunkte des Längenprofils bei Hüningen gerechnet. Meter.	y Meter.	Ordinate vom Nullpunkte des Pegels zu Basel abwärts gerechnet. Meter.	Ordinate nach dem Längenprofile. Meter.
0	Hüningen	690	0	3,537	3,537
40000		40690	46,152	49,689	
80000		80690	80,295	83,832	
123390	Kehl	124080	107,379	110,916	110,916
160000		160690	124,239	127,776	
200000		200690	138,061	141,598	
254310	Mannheim	255000	151,257	154,794	154,794

Diese Linie, welche in der anliegenden Zeichnung mit fett gestrichelter Linie dargestellt ist und die Buchstaben *H. K. M.* trägt, geht natürlich durch die Punkte Hüningen, Kehl und Mannheim, fällt aber oberhalb Kehl unter das Längenprofil (im Maximo etwa 3m), sie bleibt dagegen unterhalb Kehl über demselben (im Maximo etwa 5m).

4) Legt man den Coordinatenursprung wieder durch Hüningen und betrachtet auch Mannheim als festen Punkt der Curve, verwendet aber für λ die nach allen Untersuchungen als mittlerer Werth gefundene Zahl $\lambda = -0_{,000000}\,476$ (wobei der Exponent $n = 2$ vorausgesetzt war), so folgt:

$$y = 151_{,257}\,\frac{1 - e^{-\frac{3}{4}\cdot 0_{,000000\,476}\cdot 2\cdot x}}{1 - e^{-\frac{3}{4}\cdot 0_{,000000\,476}\cdot 2\cdot 254310}}$$

Diese Formel liefert nachstehende Tabelle:

x Meter.	Ort.	Abscisse vom Nullpunkte des Längenprofils bei Hüningen gerechnet. Meter.	y Meter.	Ordinate vom Nullpunkte des Pegels zu Basel abwärts gerechnet. Meter.	Ordinate nach dem Längenprofile. Meter.
0	Hüningen	690	0	3,537	3,537
40000		40690	44,881	47,418	
80000		80690	78,610	82,147	
120000		120690	103,961	107,498	
160000		160690	123,015	126,552	
200000		200690	137,335	140,872	
254310	Mannheim	255000	151,257	154,794	154,794

Diese Linie, welche in der Zeichnung dünn, und mit $\lambda = -0_{,000000}\,476$; $n = 2$ dargestellt ist, weicht von der vorhergehenden nur unbedeutend ab; sie ist etwas flacher.

5) Legt man wieder den Coordinatenursprung durch Hüningen und betrachtet auch Mannheim als festen Punkt der Curve, verwendet aber für λ den anderen Mittelwerth, $\lambda = -0_{,000000}\,406$, wobei $n = 4$ war, so folgt:

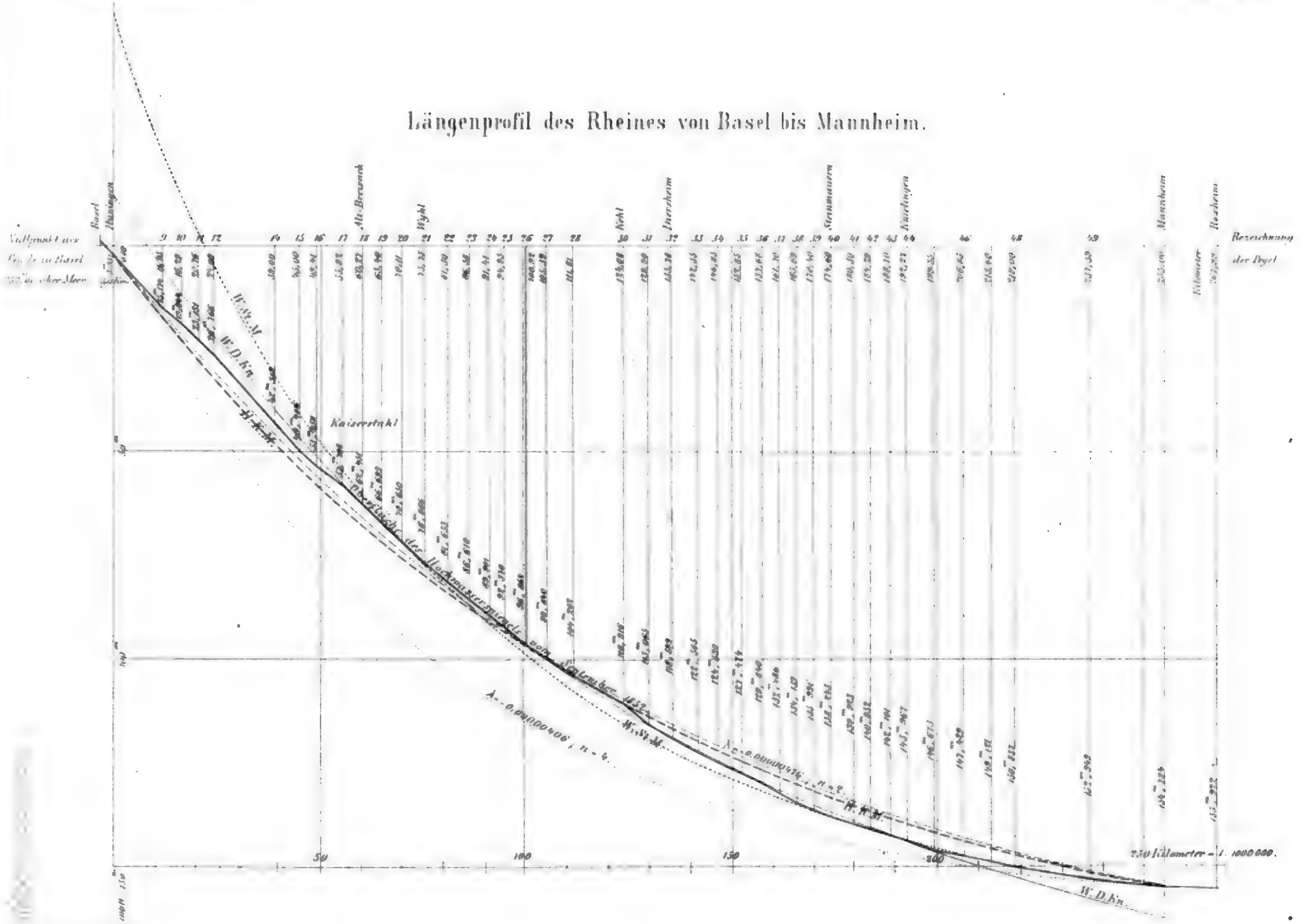
$$y = 151_{,257}\,\frac{1 - e^{-\frac{3}{4}\cdot 0_{,000000\,406}\cdot 4\cdot x}}{1 - e^{-\frac{3}{4}\cdot 0_{,000000\,406}\cdot 4\cdot 254310}}$$

Diese Formel liefert die nachfolgende Tabelle.

Diese Linie, welche in der Zeichnung fein punktirt und mit $\lambda = -0_{,000000}\,406$; $n = 4$ angegeben ist, liegt ganz unterhalb der gemessenen Längenprofilcurve und entfernt sich überhaupt weiter als die übrigen von derselben. Die Vor-

Digitized by Google

Längenprofil des Rheines von Basel bis Mannheim.



Digitized by Google

x	Ort.	Abscisse vom Nullpunkte des Längenprofils bei Hüningen gerechnet.	y	Ordinate vom Nullpunkte des Pegels zu Basel abwärts gerechnet.	Ordinate nach dem Längenprofile.
Meter.		Meter.	Meter.	Meter	Meter.
0	Hüningen	690	0	3,531	3,537
40000		40690	61,092	64,629	
80000		80690	98,670	102,157	
120000		120690	121,682	125,219	
160000		160690	135,847	139,384	
200000		200690	144,548	148,085	
254310	Mannheim	255000	151,257	154,794	154,784

aussetzung, auf welcher sie beruht, und namentlich der Exponent $n = 4$ erscheint hiernach wenig zutreffend.

Blickt man auf die gefundenen Resultate zurück, so erkennt man gewifs, dafs die Längenprofilcurve des Rheines keineswegs im Zustande des Gleichgewichtes sich befinden kann, indem die aus der vorgetragenen Theorie abgeleiteten Gefällcurven sich nur zum Theil der vorhandenen Curve anschmiegen lassen. Es ist nun ganz zufällig und willkürlich gewesen, gerade die Rheinhöhen bei Mannheim und Hüningen als unveränderlich anzusehen und die Curven würden jedenfalls richtiger bestimmt worden sein, wenn der Untersuchung ein noch weit unterhalb Mannheim reichendes Längenprofil, überhaupt aber genaueres und vielseitigeres Beobachtungsmaterial hätte zu Grunde gelegt werden können. Man erkennt aber doch soviel, dafs der Coëfficient λ, unter Voraussetzung des Exponenten $n = 2$, sich nicht weit von dem Werthe $\lambda = -0{,}_{00000}476$ entfernt, und dafs das Rheinbett oberhalb des Kaiserstuhles sich mit der Zeit bedeutend vertiefen wird, selbst wenn durch das Gebirge bei Breisach sich eine Stromschnelle bilden sollte. Nach den Beobachtungen von Grebenau (Jahresbericht des naturwissenschaftlichen Vereins der Rheinpfalz, Pollichia, 1871) über die Bewegung des Geschiebes im Rheine, wonach die Kiesbänke insgesammt sich jährlich nur etwa 300 bis 400 Meter abwärts bewegen, wird diese Vertiefung jedoch noch sehr lange Zeiträume in Anspruch nehmen. Benutzt man nun diesen Werth $\lambda = -0{,}_{00000}476$ und $n = 2$, so folgt aus Gleichung (18) der Werth von $\frac{p}{Q} = c$

$$(\text{Gl. 18.}) \quad e^{\frac{\lambda \cdot n \cdot x_1}{k^n}} = \frac{y_1}{u_0^{\frac{n}{2}}} \cdot \frac{\lambda n k^n}{e^{\frac{\lambda \cdot n \cdot x_1}{k^n}} - 1}, \quad \text{also}$$

$$c = \frac{y_1}{u_0^{\frac{n}{2}}} \cdot \frac{-\frac{n}{2} \cdot 0{,}_{00000}476 \cdot k^n}{e^{\frac{0{,}_{00000}476 \cdot x_1}{k^n}} - 1}$$

oder

$$\frac{c \cdot u_0^{\frac{n}{2}}}{k^n} = y_1 \frac{0{,}_{00000}714}{1 - e^{-0{,}_{00000}714 \cdot x_1}}.$$

Nimmt man wieder den Coordinatenursprung in Hüningen und bezieht x_1 u. y_1 auf Mannheim, so ist

$$y_1 = 154{,}_{794}^{\,m} - 3{,}_{531}^{\,m} = 151{,}_{263}^{\,m};$$
$$x_1 = 255000^{\,m} - 690^{\,m} = 254310^{\,m}.$$

Hieraus ergiebt sich $\frac{c \cdot u_0^{\frac{n}{2}}}{k^n} = 0{,}_{00129}$.

In vorhergehender Berechnung (Bestimmung von λ, B.) war die Hochwassergeschwindigkeit in Hüningen $u_0 = 3{,}_{60}^{\,m}$ gesetzt worden; nimmt man noch k nach Ganguillet & Kutter's Formel

$k = 47{,}_5$, so ist endlich

$$\frac{p}{Q} = c = 0{,}_{00}129 \cdot \frac{k^2}{u_0^{\frac{n}{2}}} = 0{,}_{00}129 \cdot \frac{47{,}_5^{\,2}}{3{,}_{60}^{\,2}} = 0{,}_{02238}.$$

Nach Desfontaine (Annales des ponts et chaussées 1833) beträgt die Wassermenge des Rheines in einer Secunde

bei Basel während des Hochwassers $Q = 4620\ \text{kb}^{\text{m}}$.
(nach Becker: $5940 - 6210\ \text{kb}^{\text{m}}$).
bei Breisach . . . . . $Q = 4626\ \text{kb}^{\text{m}}$,
bei Kehl . . . . . $Q = 4681$ -
bei Lauterburg . . . . . $Q = 5006$ -

woraus sich die zugehörigen benetzten Längen p der Querprofile ergeben

$$p = 288^{\,m},\ 289^{\,m},\ 292^{\,m},\ 312^{\,m}.$$

Diese Maafse würden hiernach den Entfernungen entsprechen, um welche die noch auszuführenden Hochwasserdeiche von einander abstehen müfsten. Die bei der Rheincorrection errichteten und für höhere Mittelwasserstände bemessenen neuen Stromufer haben eine gegenseitige Entfernung an den oben bezeichneten Stellen von $200^{\,m}$, $200^{\,m}$, $250^{\,m}$, $250^{\,m}$.

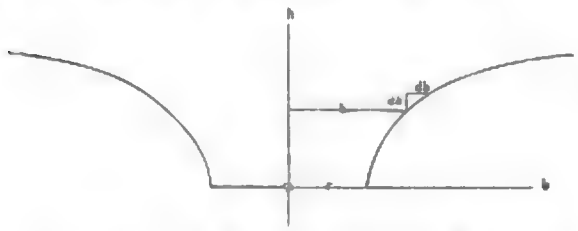
Ideales Querprofil eines Stromes.

Nach dem Vorhergehenden gehört zu einem Stromlaufe, dessen Längenprofil im Gleichgewicht sich befindet, d. h. welches sich dauernd in seiner einmal angenommenen Gestalt erhält, für eine bestimmte Wassermenge Q eine bestimmte Länge p des benetzten Querprofils. Die regelmäfsige Abführung des auf seiner Reise sich abnutzenden Flufsgeschiebes ist zur Ausbildung und Erhaltung des Längenprofils wesentlich. Bei den meisten künstlichen oder natürlichen Wasserläufen ist der benetzte Umfang für die Zeit der niedrigen Wasserstände zu grofs, für die grofsen Wasserstände wahrscheinlich zu klein. Hieraus ergeben sich für die kleinen Wasserstände Geschwindigkeiten, die nicht mehr die gröberen Geschiebe zu bewegen im Stande sind, während bei hohen Wasserständen die Geschwindigkeiten bedeutend wachsen und die Geschiebeführung stürmisch von Statten geht. Die Kiesbänke bleiben daher bei den länger dauernden kleinen Wasserständen liegen und bilden in dem breiten Strombette ein engeres Bett aus, in welchem der Fluls sich meist von einem Ufer zum andern schlängelnd bewegt. Diese Thatsachen sind sehr bekannt und neuerdings noch an der Garonne durch Farguc, 1868, und am Rheine durch Grebenau, 1871, nachgewiesen worden. Besonders nachtheilig ist diese Erscheinung für die Schifffahrt, welche an den Uebergangsstellen einer Krümmung in die entgegengesetzte sehr oft der nöthigen Fahrtiefe ermangelt. Ein Strom mit einem sich nach unten zu stark verengenden Querprofile kann die Eigenschaft besitzen, bei allen Wasserständen und Wassermengen an demselben Punkte seines Stromlaufes eine constante mittlere Geschwindigkeit, welche dem Geschiebe an diesem Punkte entspricht, anzunehmen; dieser Strom würde dann die Geschiebe stetig fortführen, weder Kiesbänke absetzen, noch zwischen ihnen den schlängelnden Stromstrich entwickeln. Die schon von Woltman untersuchte Form eines solchen idealen Querprofils ist leicht zu entwickeln und könnte vielleicht auch für den Strombau, der bisher, wie es scheint, keine Rücksicht darauf genommen, von praktischem Werthe

Digitized by Google

sein. Die empirischen Formeln, welche die mittlere Stromgeschwindigkeit u von den Eigenschaften des Stromes an einem gewissen Punkte abhängig machen, sind fast alle von der Form $u = k\sqrt[n]{r}\sqrt[n]{\alpha}$, wo α das relative Gefälle, $r = \frac{F}{p}$ den mittleren Radius des Profils darstellt; der Coëfficient k ist entweder überhaupt constant gedacht (Eytelwein, Chézy, Hagen) oder, da α als unveränderlich anzusehen ist, noch in geringem Maafse abhängig von r (Humphreys & Abbots, Bazin & Darcy, Ganguillet & Kutter). Die mittlere Geschwindigkeit u ist demnach an demselben Punkte des Flufslaufs constant, wenn r constant bleibt.

Das gesuchte Querprofil hat also die Eigenschaft, dafs $\frac{F}{p} = r$ constant ist. Es folgt hieraus $dF = r\,dp$.



Denkt man sich das Profil symmetrisch zu einer senkrechten Axe der Ordinate h, so dafs die horizontalen Abscissen b zu beiden Seiten der Axe einander gleich sind, so ist $F = 2b \cdot dh$ und $dp = 2\sqrt{dh^2 + db^2}$, also

$$b\,dh = r\sqrt{dh^2 + db^2} \quad \text{und}$$

$$(28) \quad \ldots \quad dh = db\,\frac{r}{\sqrt{b^2 - r^2}}$$

Durch Integration ergiebt sich

$h = r\ln(b + \sqrt{b^2 - r^2}) + \text{Const.}$; für $h = o$ sei $b = b_0$, also

$$(29) \quad \ldots \quad h = r\ln\frac{b + \sqrt{b^2 - r^2}}{b_0 + \sqrt{b_0^2 - r^2}}$$

Verfügt man über b_0 noch insoweit, als man den Anfangspunkt an den Punkt der h Axe setzt, wo die Curve noch reell bleibt, setzt man also $b_0 = r$, so folgt

$$(30) \quad \ldots \quad h = r\ln\frac{b + \sqrt{b^2 - r^2}}{r} \quad \text{oder auch}$$

$re^{\frac{h}{r}} = b + \sqrt{b^2 - r^2}$, woraus durch Quadrirung $b = \frac{r(1 + e^{\frac{2h}{r}})}{2e^{\frac{h}{r}}}$

oder

$$(31) \quad \ldots \quad b = \frac{r}{2}\left(e^{\frac{h}{r}} + e^{-\frac{h}{r}}\right)$$

Diese Curve, welche nur den einen Parameter r besitzt, ist die bekannte Kettenlinie, welche entsteht, wenn ein vollkommen biegsamer, überall gleich schwerer Faden, an 2 Punkten aufgehängt, der Schwerkraft überlassen wird, nur dafs im vorliegenden Falle die ganze Figur um einen rechten Winkel gedreht erscheint. Am Punkte $h = o$ hat die Linie ihren Scheitel, beginnt also daselbst mit einem senkrechten Elemente.

In der gefundenen Gestalt ist die Curve noch keineswegs die gesuchte; es entspricht nämlich die Curve zwar der Bedingung, dafs $dF = r \cdot dp$, aber nicht der ursprünglichen Forderung, dafs $F = rp$. In der That ist für $h = o$ $F = o$ und $p = 2r$; für $h = h_1$ wachse F um ΔF und p um Δp, so ist $\Delta F = r\Delta p$ und

$$\frac{F}{p} = \frac{o + \Delta F}{2r + \Delta p} = \frac{o + r\Delta p}{2r + \Delta p} = r\,\frac{1}{1 + \frac{2r}{\Delta p}}, \text{ was also}$$

der Forderung widerspricht.

Schaltet man dagegen in die gefundene Querschnittsfigur ein sonst beliebig gestaltetes Profil vom Inhalte F_1 und dem Umfange p_1 ein, welches der Bedingung $\frac{F_1}{p_1} = r$ genügt, so genügen dann auch alle anderen durch die Curve weiterhin begrenzten Profile derselben geforderten Bedingung, denn es ist

$$\frac{F_1 + \Delta F}{p_1 + \Delta p} = \frac{rp_1 + r\Delta p}{p_1 + \Delta p} = r.$$

Nimmt man nun dieses eingeschaltete Profil der kleinsten Wassermenge entsprechend, so entsteht ein Gesammtprofil, welches für alle Wasserstände die Eigenschaft besitzt, dafs der mittlere Radius r constant ist.

Als Erläuterungsbeispiel möge der Rhein bei Hüningen genommen werden; für den mittleren Radius werde $r = 3^m$ gesetzt, dann ist die Profilcurve durch Gleichung 30 und 31 dargestellt:

$$h = 3 \cdot ln\frac{b + \sqrt{b^2 - 3^2}}{3}; \quad b = \frac{3}{2}\left(e^{\frac{h}{3}} + e^{-\frac{h}{3}}\right).$$

Hieraus ergeben sich die zusammengehörigen Werthe:

$b =$	3^m	6^m	10^m	$17{,}_{67}{}^m$	20^m	50^m	100^m
$h =$	0	$3{,}_{895}$	$5{,}_{831}$	$7{,}_{277}$	$7{,}_{704}$	$10{,}_{517}$	$12{,}_{895}$

Nach übereinstimmenden Angaben von Desfontaine u. Becker fliefst an jener Stelle bei niedrigstem Wasserstande in jeder Secunde etwa $Q = 330\,kb^m$ Wasser durch den Rhein. In den vorangehenden Rechnungen ist stets die auf Beobachtungen gegründete Zahl $u = 3{,}_{60}{}^m$ für die daselbst bei Hochwasser eintretende mittlere Geschwindigkeit benutzt worden; sehr wahrscheinlich jedoch ist diese Geschwindigkeit für das Gerölle im Rheine bei Hüningen zu grofs, so dafs sich bei Hochwasser eine massenhafte Geröllefortführung einstellt. Bei einem idealen Querschnitte des Flufsbettes, bei welchem das Gerölle stetig und ruhig sich bewegen soll, wird zweifellos die mittlere Geschwindigkeit eine kleinere sein müssen. Dies bestätigt sich auch, wenn man die aus der vorhergehenden Untersuchung gefundene wahrscheinlichste Curve des Längenprofils berücksichtigt. Es fand sich nämlich für diese Curve $\lambda = -0{,}_{00000}\,476$ und $n = 2$ und nach (4)

$$y = 151{,}_{251}\,\frac{1 - e^{-\sqrt{1}\cdot 2\,\cdot\,0{,}_{00000}\,476\,\cdot\,x}}{1 - e^{-\sqrt{1}\cdot 2\,\cdot\,0{,}_{00000}\,476\,\cdot\,254310}}, \quad \text{wo der}$$

Anfangspunkt der Coordinaten durch Hüningen und die Curve durch Mannheim ging. Diese Curve von der allgemeinen Form $y = \mu(1 - e^{\lambda x})$ liefert

Digitized by Google

$\frac{dy}{dx} = -\mu\nu e^{\nu x}$ und für $x = o$ $\frac{dy}{dx} = a = -\mu\nu$, also hier

$$a = -\frac{151{,}957}{1 - e^{-\frac{3}{4} \cdot 2 \cdot 0{,}000129 \cdot 478 \cdot 254310}} \cdot \frac{3}{4} \cdot 2 \cdot 0{,}000129 = 0{,}00129.$$

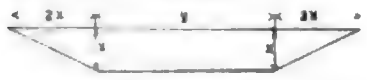
Nach Ganguillet & Kutter's Formel ist $u = k\sqrt{ra}$, wo im vorliegenden Falle der veränderliche Coëfficient $k = 47{,}5$ zu nehmen ist, also

$$u = 47{,}5\sqrt{3 \cdot 0{,}00129} = 2{,}95^{m}.$$

Nimmt man diesen Werth als den richtigen an, so ist der Flächeninhalt des eingeschalteten Niederwasserprofils

$$F_1 = \frac{330}{2{,}95} = 111{,}86\ \square^{m}.$$

Bei 2facher Anlage der Uferböschungen ergiebt sich dieses Profil trapezförmig



$$xy + 2x^2 = F_1 = 111{,}86.$$

$$y = 2x = p_1$$

$$\frac{F_1}{3} = \frac{111{,}86}{3};$$

die Auflösung dieser Gleichungen liefert $x = 4{,}12^{m}$; $y = 18{,}67^{m}$. Die Hälfte der Wasserbreite ist also $2x + \frac{y}{2} = 17{,}67^{m} = b$.

Setzt man diesen Werth in Gleichung 30, so ergiebt sich die zugehörige Ordinate des krummlinigen idealen Querprofils $h = 3\ln\frac{b + \sqrt{b^2 - 3^2}}{3} = 7{,}377^{m}$.

In der Skizze auf Seite 504 ist das Querprofil des Rheines nach diesen Rechnungsresultaten im Maafsstabe von 1 : 1000 dargestellt. Es bildet eine tiefe, schmale Wasserrinne, welche bei niedrigstem Wasser bordvoll ist; für höhere Wasserstände wird das ziemlich flach ansteigende Ufer überfluthet und die Wasserfläche nimmt schnell eine gröfsere Breite an, die beim Hochwasser, welches bei Hüningen 14mal so reichhaltig ist, als das kleinste Wasser, eine gewaltige Ausdehnung gewinnt. Ob ein solches Profil den Bedürfnissen der Praxis entspräche, mufs zwar sehr zweifelhaft erscheinen; jedenfalls erkennt man aber, dafs die in gegenseitiger Entfernung von 200 Meter errichteten neuen Ufer des regulirten Flusses der Erzeugung einer nur annähernd constanten mittleren Wassergeschwindigkeit und daher einer stetigen Abführung des Flufsgerölles durchaus nicht entsprechen. Vielleicht würde ein Flufsprofil von zwar etwas gröfserer Breite für den eigentlichen Stromschlauch, als das im Vorhergehenden für die kleinsten Wassermengen berechnete, aber doch viel schmäler, als das ausgeführte, den Zwecken des Strombaues angemessen sein; die gröfsten Wassermengen könnten hierbei durch fernliegende Banndeiche, welche auf den ansteigenden Vorländern aufsitzen, begrenzt werden. Von einem solchen Profile kann man sich allerdings auch nur eine ungefähre Gleichmäfsigkeit der mittleren Wassergeschwindigkeiten versprechen, da dieselben für kleinere Wasserstände, die den Stromschlauch nicht ganz füllen, zu klein, für grofse Wasserstände, die den Fufs der Banndeiche überragen, zu grofs erscheinen müfsten. Ein solches Profil nähert sich dem bei regulirten Flüssen, namentlich im Grofsherzogthum Baden häufig ausgeführten.

Carlsruhe, im Juli 1875. H. Sternberg.

Locomotiv-Schiebebühne ohne versenkte Geleise mit hydraulischem Betrieb auf der Personenstation zu Berlin der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 64 und 65 im Atlas.)

In der Personenstations-Halle befinden sich auf der Ankunftsseite 3 Geleise, von denen das eine, an dem Hauptankunftsperron gelegen, zur Aufnahme der sämmtlichen ankommenden Verbandszüge und der meisten ankommenden Localzüge der Potsdamer Bahn, das andere, an dem Mittelperron gelegen, zur Aufnahme der ankommenden und wiederabfahrenden Verbindungsbahnzüge, sowie einzelner Localzüge der Potsdamer Bahn, das mittlere Geleise dagegen für den Rücklauf aller die Züge anbringenden Locomotiven bestimmt ist.

Diese 3 Geleise sind am Kopf der Halle durch eine hydraulisch zu bewegende Locomotiv-Schiebebühne ohne versenkte Geleise verbunden.

Auf Blatt 64 ist die Schiebebühne mit der Steuerung und auf Blatt 65 die hydraulische Maschine dargestellt. Um das Auffahren der Locomotiven auf die Schiebebühne zu vermitteln, laufen die Enden der Geleise in Auffahrtsbrücken aus, welche, um einen festen Punkt drehbar, durch ein Gewicht hochgehalten werden, so dafs die Schiebebühne beim Anfahren an das Geleise sich mit zwei am Endträger befestigten Knaggen unter die Schienenenden legen kann, wodurch eine schiefe Ebene für die Auffahrt der Locomotiven gebildet wird. Diese Einrichtung hat den Vortheil vor den sogenannten Zungen voraus, dafs der Uebergang der Locomotive von den Schienen auf die Schiebebühne ohne Stofs stattfindet. Tritt der Fall ein, dafs die Schiebebühne nicht vor dem betreffenden Geleise steht, so legt durch den Druck der auffahrenden Locomotive die Auffahrtsbrücke sich auf angebrachte Aufschlagplatten, und die Maschine fährt auf die innerhalb der Schiebebühnenbahn befindlichen Geleisverlängerungen.

Die Schiebebühne ruht auf 8 Achsen von Feinkorneisen mit 16 Hartgufsrädern, deren 4 äufserste Paare mit Innenlaufrändern versehen sind. Sie wird von den Ketten der hydraulischen Maschine in jeder Zugrichtung zweimal gefafst, da bei der grofsen Länge der Bühne eine nur in einem Punkte in der Mitte angebrachte Zugkette nicht genügen, sondern leicht ein starkes Ecken erzeugen würde, zumal da der Schwerpunkt der zu bewegenden Last nur selten und zufällig in dieser Mitte liegen kann.

Die unterhalb des Ankunftsperrons in einem gewölbten Raume gelegene hydraulische Maschine besteht aus zwei horizontalen sich gegenüberliegenden Cylindern mit gemeinschaftlicher Achse, deren Kolben in einem sie zu einem Ganzen verbindenden Zwischenstück je 4 lose Flaschenzugsrollen tragen.

Digitized by Google

Da die Schiebebühne unter Umständen einen Weg von 24′ zurücklegen muſs, während der Kolben nur 6′ Hub besitzt, so findet durch den Flaschenzug eine 4fache Uebersetzung statt, welche dadurch erreicht wird, daſs jede Zugkette über zwei lose Rollen am Kopfstück geht. Die Anordnung der festen Rollen und der $^3/_8$ zölligen Ketten geht aus der Zeichnung hervor, auf welcher diejenigen Ketten des Flaschenzuges, welche die Bühne nach dem Ankunftsperron hinziehen, in einfach unterbrochener, diejenigen, welche nach dem Mittelperron hinziehen, in unterbrochen und punktirter Linie angegeben sind.

Zur beliebigen Regulirung der Kettenspannung ist für jede Kette eine Spannvorrichtung an dem Befestigungspunkte derselben angebracht. Die Steuerung geschieht, wie bei den hydraulischen Aufzügen, durch einen Schieber, dessen Bewegungsmechanismus sowie Vorrichtung zum selbstthätigen Ein- und Ausrücken an den Enden des gröfsten Weges auf Blatt 65 dargestellt ist.

Die Cylinder sind in derselben Weise wie die Aufzugcylinder mit Stoſsventilen versehen. Für die Ketten sind zur Vermeidung von Collisionen Führungsrollen nach Bedürfniſs, besonders in den Canälen unter der Schiebebühne, wo die Ketten eine Strecke von circa 36′ freilaufen, sowie bei der Spannvorrichtung an der Maschine, angebracht.

Der hydraulische Druck wird durch denselben Accumulator erzeugt, welcher für die Bewegung der verschiedenen Aufzüge dient und bereits früher (S. 335 des lauf. Jahrgs.) beschrieben ist.

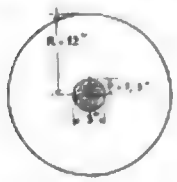
An dem Ende eines jeden Geleises vor der Schiebebühne befindet sich eine roth und weiſs angestrichene Scheibe, welche aufrecht steht und das Befahren der Brücken zu der Schiebebühne so lange verbietet, bis die Schiebebühne für das betreffende Geleise richtig eingestellt wird, sich aber niederlegt und dadurch die Fahrt freigiebt, sobald die Schiebebühne richtig steht und eingeklinkt ist.

Berechnung der hydraulischen Maschine.

Rechnet man das Gewicht der mit einer Locomotive besetzten Schiebebühne = 1300 Ctr., so kommt bei 8 Achsen auf jeden Lagerzapfen durchschnittlich ein Druck von:

$$\frac{1300}{8 \cdot 2} = \text{rot. } 82 \text{ Ctr.}$$

Nimmt man den Zapfenreibungscoëfficienten zu $0{,}07$, den Coëfficienten für rollende Reibung zu $0{,}02$ an, so ist die Kraft, welche die auf einem Lagerzapfen ruhende Last fortzubewegen vermag,



$$= \frac{0{,}07 \cdot r + 0{,}02}{R} \cdot 82 =$$

$$= \frac{0{,}07 \cdot 1{,}5 + 0{,}02}{12} \cdot 82 =$$

$$= 0{,}55 \text{ Ctr.}$$

Für die ganze Schiebebühne sind somit erforderlich: $0{,}55 \cdot 16 = 13{,}6$ Ctr. Da der Weg der Schiebebühne = 24′, der Hub des Kolbens = 6′ ist, also eine 4fache Uebersetzung eintritt, so muſs die hydraulische Maschine eine Kraft ausüben von

$$13{,}6 \cdot 4 = 54{,}4 \text{ Ctr.}$$

Wenn der Nutzeffect wegen der bedeutenden Stopfbüchsen- und Kettenreibung, sowie wegen der Reibung, welche ein etwaiges Ecken der Schiebebühne auf ihren Geleisen hervorbringen kann (lauter Gröſsen, welche durch Rechnung nicht genau zu ermitteln sind, unter Umständen aber bedeutende Dimensionen annehmen können), nur zu 50 % angenommen wäre, so hätte der Kolben bei 315 Pfd. Arbeitsdruck einen Querschnitt erhalten müssen von

$$\frac{54{,}4}{3{,}15} \cdot \frac{100}{50} = 34{,}5 \text{ □″.}$$

wofür gewählt worden sind $33{,}18$ □″, entsprechend einem Durchmesser von $6^1/_2$ Zoll.

Wasserverbrauch.

Der Wasserverbrauch für einen vollen Hub des Kolbens (6′ hin und 6′ zurück) beträgt:

$$2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 6{,}5^2}{4} \cdot 72 \right) = \text{rot. } 4780 \text{ kb″.}$$

Dieser Wasserverbrauch geschieht in einer Zeit von ca. 1 Minute 16 Secunden, und ergiebt sich diese Zeit beim Auffahren der Locomotive wie folgt:

Umsteuern etc.	20 Sec.
Zurücklegung des Weges mit 1′ Geschwindigkeit	24 "
Abfahren, Umsteuern	20 "
Rückfahrt mit 2′ Geschwindigkeit	12 "
	1 Min. 16 Sec.

Darnach stellt sich der Wasserverbrauch während einer Hubperiode auf:

$$\frac{4780}{76} = \text{rot. } 63 \text{ kb″ pro Secunde.}$$

Da diese Schiebebühne aber nur in grofsen Pausen bei Ankunft von Zügen benutzt wird und dann auch gröſstentheils nur die Hälfte des in Rechnung gezogenen Weges zurücklegt, so stellt sich der Tagesverbrauch nicht als erheblich heraus und haben die für die Aufzüge vorhandene Dampfmaschine und der Accumulator sich auch für die Lieferung des Wassers zur Bewegung der Schiebebühne als vollständig ausreichend ergeben.

Weite der Rohrleitungen.

Das Zuleitungsrohr hat einen Durchmesser von $2^1/_2$″ erhalten. Da der $6^1/_2$ zöllige Kolben eine Geschwindigkeit von 6″ pro Sec. besitzt, so entspricht dies einer Wassergeschwindigkeit von 40″ pro Secunde

Das Ableitungsrohr besitzt eine Weite von $2^5/_8$″.

Widerstände

des Schiebewagens und des Flaschenzuges etc. der hydraulischen Schiebebühne.

Bei einem zu bewegenden Gewicht von 1300 Ctr. ergiebt sich der Widerstand zu

$$\frac{0{,}07 \cdot 1{,}5 + 0{,}02}{12} \cdot 1300 = 13 \text{ Ctr.}$$

Hierzu kommt der seitliche Schub, hervorgebracht durch den Umstand, daſs die Schiebebühne an dem Ende, wo die Locomotive steht, stärker belastet ist, als an dem Ende, an welchem sich der Tender befindet. Nimmt man die ganze zur Bewegung erforderliche Kraft = 15 Ctr. an, so wird sich dieselbe nach umstehender Skizze vertheilen.

Es werden also $9 - 6 = 3$ Ctr. an dem Hebelarm von 27′ zur Wirkung kommen und ergiebt sich

$$x = \frac{27 \cdot 3}{9{,}75} = 8{,}3 \text{ Ctr.}$$

Digitized by Google

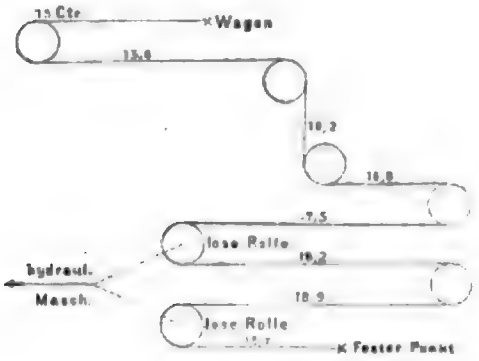
Diese $8_{,3}$ Ctr. werden sich im Lager an dem Bund der Achse äufsern und üben eine Wirkung von

$$\frac{0_{,07} \cdot 2 + 0_{,02}}{12} \cdot 8_{,3} = 0_{,1} \text{ Ctr. aus.}$$

Dieser Widerstand ist so gering, dafs er kaum in Betracht kommt; demnach ist die zur Bewegung der Schiebebühne nothwendige Gesammtkraft zu 15 Ctr. angenommen.

Die Reibungswiderstände der Kettenrollen und des Flaschenzuges, gerechnet nach der Formel:

$$P = \frac{R + ur + \xi}{R - ur} Q$$



ergeben sich wie in vorstehender Skizze $R = 7_{,5}$"; $\mu = 0_{,10}$; $r = {}^{3}/_{8}$"

$$\xi = 0_{,2} \cdot {}^{3}/_{8} = 0_{,11}.$$

Somit hat der Kolben der hydraulischen Maschine einen Druck zu leisten von

$$17_{,3} + 18_{,2} + 18_{,9} + 19_{,7} = \text{rot. } 75 \text{ Ctr.}$$

Rechnet man hierzu 5 Ctr. für das Zurückziehen der leergehenden Ketten, so erhält man als auszuübenden Druck des Kolbens 80 Ctr. Derselbe hat einen Durchmesser von $6\,{}^{1}/_{2}$", entsprechend einem Querschnitt von $33_{,2}$ □". Die Leistungsfähigkeit ergiebt sich somit bei einem Arbeitsdruck von 315 Pfd. zu $33_{,2} \cdot 315 =$ rot. 105 Ctr.

Rechnet man davon 20 Ctr. auf Widerstände der hydraulischen Maschine, so bleiben noch immer zur gröfseren Sicherheit circa 5 Ctr. Ueberdruck.

Die Projecte zur Schiebebühne und zu der dazu gehörigen Maschine sind vom Ingenieur Seidel, die Projecte zu den früher beschriebenen Aufzügen etc. vom Ingenieur Schmetzer im diesseitigen Central-Bureau bearbeitet, welchem Herr Ober-Ingenieur R. Schmid vorstand.

Die Schiebebühne, in der Fabrik von Borsig hergestellt, hat 8200 Mark gekostet.

Die hydraulische Maschine ist in der Dinglinger'schen Maschinenfabrik zu Cöthen gefertigt und hat 10650 Mark gekostet. In derselben Fabrik sind auch die hydraulischen Aufzüge und der Accumulator gefertigt und haben dieselben incl. Dampfmaschine und Röhren 52250 Mark gekostet. In diesen Preisen sind die Entschädigungen für die vollständige Aufstellung und Montirung, nicht aber die Kosten für Mauerwerk etc. enthalten. Quassowski.

Belastungsäquivalente zur Bestimmung der durch fortschreitende Eisenbahnzüge erzeugten gröfsten Vertikalscheerkräfte in Brückenträgern mit 10 bis 150 Meter Stützweite.

(Mit einer Figurentafel, Blatt X im Text.)

Einleitung.

Bei der statischen Berechnung von Brückenträgern mit nicht zu geringen Spannweiten lassen sich bekanntlich die gröfsten Angriffsmomente für alle gegebenen Knotenpunkte mit hinreichender Annäherung unter Annahme derjenigen gleichförmig vertheilten Last finden, welche in der Mitte des Trägers dasselbe gröfste Angriffsmoment hervorbringt, wie die in Bezug auf jenen Ort in der ungünstigsten Laststellung befindlichen Einzellasten, während dieselbe, bisher oft auch zur Bestimmung der Vertikalscheerkräfte benutzte, gleichförmig vertheilte Last ein ausreichendes Belastungsäquivalent zur Bestimmung der factisch auftretenden, gröfsten Vertikalscheerkräfte nicht darstellt.

Gleichwohl erscheint die exacte Bestimmung der Vertikalscheerkräfte, welche für jede besondere Spannweite verschieden ist, besonders für sämmtliche Knotenpunkte gröfser, durch zahlreiche Raddrucke langer Eisenbahnzüge beanspruchter Brückenträger lästig und zeitraubend, so dafs dem Brückeningenieur die Gewinnung von solchen Belastungsäquivalenten wünschenswerth sein dürfte, welche eine hinreichend genaue Bestimmung der gröfsten Vertikalscheerkräfte möglichst erleichtern. Zu diesem Zwecke beschäftigt sich die nachfolgende Untersuchung mit einer auf jene exacten Werthe der Vertikalscheerkräfte gestützten

a. Bestimmung derjenigen gleichförmig vertheilten Last, welche am Auflager dieselbe gröfste Vertikalscheerkraft hervorbringt, wie die in Bezug auf jenen Ort in der ungünstigsten Laststellung befindlichen Einzellasten, und

b. Aufstellung einer Gleichung für die gröfsten Vertikalscheerkräfte auf Grund derjenigen stetig, aber **ungleichförmig** vertheilten Last, welche in allen Knotenpunkten nahezu dieselbe Vertikalscheerkraft hervorbringt, als die in Bezug auf diese Punkte in der ungünstigsten Laststellung befindlichen Einzellasten.

Um die Anwendung der Methode auf practische Beispiele zu zeigen und hieraus zugleich für die Praxis brauchbare Werthe abzuleiten, sollen der in Tafel-Figur 1 dargestellte, aus Semmeringmaschinen und angehängten

Digitized by Google

Lastwagen, sowie der in Tafel-Figur 3 dargestellte, aus Tendermaschinen und angehängten Lastwagen bestehende Zug und die wohl für alle Fälle der Praxis ausreichenden Grenzen der Spannweiten von 10 bis 150 Meter zu Grunde gelegt werden.

I. Exacte Bestimmung der durch fortschreitende Eisenbahnzüge erzeugten gröfsten Vertikalscheerkräfte.

Besteht die Verkehrslast aus den ungleichen Einzellasten $Q_1\ Q_2 \ldots Q_m \ldots Q_n$ mit den ungleichen Abständen $l^1\ l^2 \ldots l^m \ldots l^n$ vom linken, und $l_1\ l_2 \ldots l_m \ldots l_n$ vom rechten Auflager, so ist bekanntlich, wenn Q_m die in einem beliebigen Querschnitte befindliche Last, l_m deren Abstand vom rechten, l^m deren Abstand vom linken Auflager bezeichnet, die gröfste positive Vertikalscheerkraft

$$V_{max} = \frac{1}{l}\left(Q_m l_m + Q_{m+1} l_{m-1} \ldots\ldots Q_n l_n\right) \quad (1)$$

die gröfste negative Vertikalscheerkraft

$$V_{min} = -\frac{1}{l}\left(Q_1 l^1 + Q_2 l^2 + \ldots\ldots Q_m l^m\right) . \quad (2)$$

Besitzt der Träger N Felder, also $N-1$ freiliegende Knotenpunkte, so ist für jeden der letzteren durch Verschieben der Einzellasten bis zu dem betrachteten Querschnitt die ungünstigste Laststellung anzunehmen und für diese die Berechnung ihrer gröfsten positiven und negativen Vertikalscheerkräfte nach Gleichung (1) und (2) zu bewirken.

Die denselben entsprechenden, in den einzelnen Lastpunkten thatsächlich eintretenden Vertikalscheerkräfte ergeben sich dann aus

$$V = V_{max} - \Sigma Q_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

und

$$V = V_{min} - \Sigma Q_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

worin ΣQ_1 und ΣQ_2 die Summen der Lasten bezeichnen, für deren Lage man in beiden Fällen jene Kräfte bestimmen will.

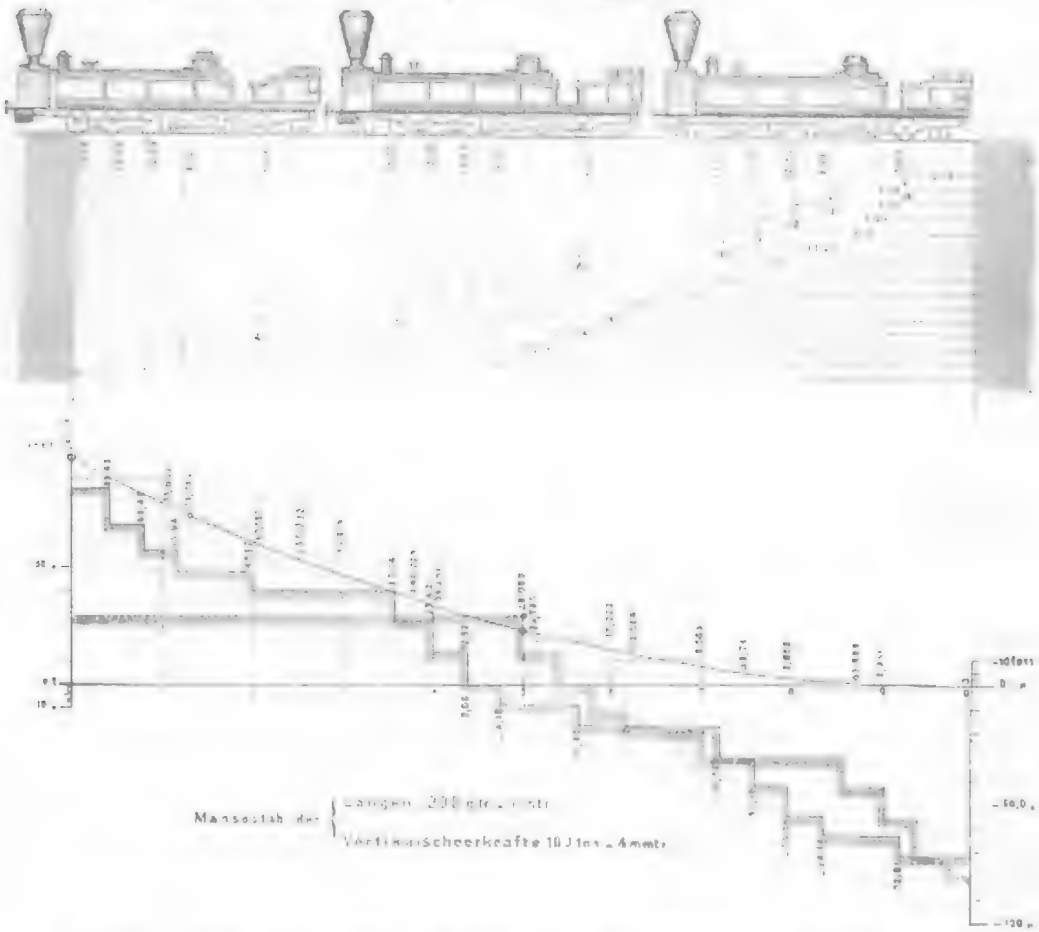


Fig. 1.
Zug aus drei vorwärts stehenden Semmering-Locomotiven zur Ermittelung der gröfsten Vertikalscheerkraft.

Fig. 2.
Gröfste Vertikalscheerkräfte der Verkehrslast pro Geleise.

1. Beispiel. Rückt auf einer Brücke von 30 Meter Stützweite jener Zug aus drei Semmeringmaschinen mit angehängten Lastwagen von rechts nach links vor, so ergiebt sich bekanntlich die ungünstigste Laststellung*) für die in einem beliebigen Querschnitt des Trägers auftretende gröfste positive Vertikalscheerkraft, wenn die Vorderaxen dieser drei Maschinen nach dem Querschnitt, also nach links gerich-

*) Vgl. u. A. Heinzerling, Grundzüge der statischen Berechnung und constructiven Anordnung der Brücken- und Hochbau-Constructionen. Zweiter Theil, 1. Heft. Lpzg. 1873. Spalte 25, oder Brücken der Gegenwart, Eiserne Brücken, Heft 2, Aachen 1874. Seite 9.

Digitized by Google

tet sind, und wenn aufserdem der ganze Zug bis zu jenem Querschnitt so weit fortgeschritten ist, dafs die vorderste Axe über demselben steht. Für die linke Stütze des Brückenträgers ergiebt sich alsdann mit Bezug auf die in Text-Figur 1 enthaltenen Radstände und Belastungen nach Gleichung (1), wenn die gleichen Lasten zusammengefafst werden, die gröfste positive Vertikalscheerkraft

$$V_{max} = \frac{1}{30}\Big[13720(30+19,_2+8,_5)+12600(28,_{84}+18+7,_3)$$
$$+12880(27,_7+16,_8+6,_2)+8120(26,_5+15,_7+5)$$
$$+8680(24+13,_2+2,_5)\Big] = \text{rot. } 95139 \text{ Kg.}$$

Für die Mitte des Brückenträgers ergiebt sich in analoger Weise

$$V_{max} = \frac{1}{30}\Big[13720(15+4,_{125})+12600(13,_8+3)$$
$$+12880(12,_7+1,_9)+8120(11,_5+0,_8)+8,_{68}\cdot 9\Big]$$
$$= 28088 \text{ Kg.}$$

Rückt der Zug in umgekehrter Stellung von links nach rechts bis zur Brückenmitte und dann bis zur rechten Stütze vor, so ergiebt sich nach Gleichung (2) die gröfste negative Vertikalscheerkraft bzw. $V_{min} = -28088$ Kg. und $V_{min} = -95139$ Kg.

Berechnet man in ähnlicher Weise die gröfsten Vertikalscheerkräfte für die Abscissen $x = \frac{l}{8}, \frac{2l}{8}, \frac{3l}{8}, \frac{5l}{8}, \frac{6l}{8}$ und $\frac{7l}{8}$, so ergiebt sich folgende Zusammenstellung jener Vertikalscheerkräfte:

$x =$	$0_{,0}$	$3,_{75}$	$7,_5$	$11,_{25}$	$15,_0$	$18,_{75}$
$V_{max} =$	95139	73705	55732	40204	28088	16564
$V_{min} =$	0	−3468	−9740	−16564	−28088	−40204

$x =$	$22,_5$	$26,_{25}$	$30,_0$ Meter.
$V_{max} =$	9740	3468	0 Kg.
$V_{min} =$	−55732	−73705	−95139 "

woraus folgt, dafs die gröfsten negativen Vertikalscheerkräfte numerisch dieselben bleiben, nur in umgekehrter Ordnung wiederkehren.

Die übrigen positiven Vertikalscheerkräfte, wie sie durch die Einzellasten erzeugt werden, ergeben sich für die vollbelastete Brücke nach Gleichung (3) z. B. von

Lastpunkt 0 — 1, $V = 95139 - 13720 = 81420$ Kg.

" 1 — 2, $V = 95139 - (13720 + 12600) = 68820$ Kg.

Berechnet man diese Werthe auch für alle übrigen Lastpunkte, so ergiebt sich folgende Zusammenstellung der für die vollbelastete Brücke durch die Einzellasten erzeugten gröfsten positiven Vertikalscheerkräfte

0 links	0 — 1	1 — 2	2 — 3	3 — 4	4 — 5	5 — 6	6 — 7
95139	81420	55940	47820	64230	39140	25420	12820

7 — 8	8 — 9	9 — 10	10 — 11	11 — 12	12 — 13	13 — 14
−60	−8180	−16960	−30580	−43180	−56060	−64180

14 — 15	15 rechts
−72860	−72860

deren Werthe in Textfigur (2) aufgetragen und durch rechtssteigende Schraffirung hervorgehoben sind. Die linkssteigende Schraffirung hebt die in derselben Weise berechneten, durch die Einzellasten erzeugten Vertikalscheerkräfte hervor, wenn der Zug nur bis zur Mitte der Brücke vorgerückt ist. In vorstehender Tabelle entsprechen die Vertikalscheerkräfte in den Lastpunkten 0 und 15 den daselbst wirkenden Auflagerdrucken A und B, da $A = 95139$ und $B = A - P = 95139 - 167999 = -72860$ Kg. ist. Geht der Zug von links nach rechts, bis seine vorderste Axlast über dem rechten Auflager steht, so ergeben sich die gröfsten negativen Vertikalscheerkräfte, welche den gröfsten positiven Vertikalscheerkräften in umgekehrter Ordnung numerisch gleich bleiben, wie folgt:

15 links	15 — 14	14 — 13	13 — 12	12 — 11	11 — 10	10 — 9
72860	72860	64180	56060	43180	30580	16860

9 — 8	8 — 7	7 — 6	6 — 5	5 — 4	4 — 3	3 — 2
8180	60	−12820	−25420	−39140	−64230	−47820

2 — 1	1 — 0	0 rechts
−55940	−81420	−95139

Berechnet man für denselben Zug und für die Stützweiten $l = 10, 25, 50, 75, 100, 125$ und 150 Meter in ähnlicher Weise die gröfsten Vertikalscheerkräfte, so ergeben sich für die Abscissen x der Querschnitte 0, $\frac{l}{4}, \frac{2l}{4}, \frac{3l}{4}, l$ folgende Werthe derselben in Kg.

Stützweite	0	$\frac{l}{4}$	$\frac{2l}{4}$	$\frac{3l}{4}$	l
10	43476	28837	15879	5200	0
25	81644	49855	24221	9414	0
50	139036	82000	40820	12111	0
75	167771	106975	54667	16618	0
100	198456	126130	66294	20410	0
125	233561	144435	75439	24486	0
150	254184	159762	77025	27833	0

Trägt man diese Werthe als Ordinaten y zu jenen Abscissen x auf, wie es in Tafel-Figur 2 geschehen ist, und fügt denselben die den Einzellasten entsprechenden gröfsten Vertikalkräfte hinzu, so erhält man die treppenförmig gestalteten Elemente einer graphischen Darstellung jener exacten Werthe der gröfsten Vertikalscheerkräfte, welchen sich die aus den Belastungsäquivalenten berechneten Vertikalscheerkräfte möglichst anzunähern haben.

Berechnet man für den, in Tafel-Figur 3 mit den Abmessungen der Radstände und Axlasten dargestellten, Zug aus Tendermaschinen und angehängten Lastwagen sowie für dieselben Stützweiten und Abscissen die gröfsten Vertikalscheerkräfte, so ergeben sich folgende Werthe derselben in Kg.:

Stützweite	0	$\frac{l}{4}$	$\frac{2l}{4}$	$\frac{3l}{4}$	l
10	37884	24962	13811	4528	0
25	72025	43914	21031	7507	0
50	119947	75451	36013	10516	0
75	155193	97658	50301	14638	0
100	185948	116395	59974	18006	0
125	219826	133638	69432	21875	0
150	241917	148008	77597	25150	0

welche bei Tafel-Figur 4 in der zuvor erwähnten Weise, nur in umgekehrter Lage oder als die gröfsten negativen Vertikalscheerkräfte jenes, von links nach rechts fortschreitenden, Zuges aufgetragen sind.

II. Gleichförmig vertheilte Lasten als Belastungsäquivalente der durch fortschreitende Eisenbahnzüge erzeugten gröfsten Vertikalscheerkräfte.

Rückt eine gleichförmig vertheilte Last q der laufenden Einheit auf einem Brückenträger allmälig vor, so erhält man

Digitized by Google

für einen Querschnitt im Abstande x vom linken Auflager bekanntlich das positive Maximum der Vertikalscheerkräfte, wenn der Träger nur vom rechten Auflager bis zu diesem Schnitte, und das negative Maximum der Vertikalscheerkräfte, wenn der Träger nur vom linken Auflager bis zu diesem Schnitte belastet wird, daher bezw.

$$V_{max} = q \cdot \frac{(l-x)^2}{2l} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

$$V_{min} = -q \cdot \frac{x^2}{2l} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

also Werthe, welche zwei gemeine Parabeln mit lothrechten Axen darstellen. Die erstere hat ihren Scheitel in $x = l$ und in $x = 0$ die gröfste positive Ordinate

$$V_0 = q \cdot \frac{l}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

welche zugleich dem gröfsten Auflagerdruck der linken Stütze entspricht. Die zweite hat ihren Scheitel in $x = 0$ und in $x = l$ die gröfste negative Ordinate

$$V_l = -q \cdot \frac{l}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

welche zugleich dem gröfsten Auflagerdruck der rechten Stütze entspricht, besitzt also dieselbe Form, wie die erste, nur in umgekehrter Lage.

Da hiernach für dieselbe Spannweite und Belastung $V_0 = V_l$ ist, so erhält man die einer Parabel mit gegebener Pfeilhöhe und Spannweite entsprechende gleichförmig vertheilte Belastung

$$q = 2 \cdot \frac{V_0}{l} = 2 \cdot \frac{V_l}{l} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Beispiel. Legt man durch den rechten Stützpunkt einerseits und jeden der für die Abscissen 0, $\frac{l}{4}$, $\frac{2l}{4}$ und $\frac{3l}{4}$ berechneten Punkte andererseits gemeine Parabeln, deren Scheitel in jenen linken Stützpunkt fallen und deren Axen lothrecht stehen, wie dies für die Stützweite von 150 Mtr. in Tafel-Fig. 1 geschehen ist, so bilden dieselben nach dem Früheren die graphischen Repräsentanten der Vertikalscheerkräfte gleichförmig über die ganze Brücke vertheilter Belastungen, von welchen die erstere, durch die Punkte (o, y) und (l, o) gehende, sich den thatsächlich wirkenden Vertikalscheerkräften am nächsten anschliefst, während die letzteren sich mehr und mehr von denselben entfernen. Die der ersteren Annahme entsprechende, gleichförmig vertheilte Belastung der Längeneinheit ergiebt sich hiernach aus Gleichung (9), wenn darin die oben gefundenen Werthe von V_0 oder V_l und l gesetzt werden. Für die Stützweite $l = 30$ Mtr. und für den Zug aus Semmeringlocomotiven und angehängten Lastwagen ergab sich $V_0 = 95139$ Kg., folglich ist in diesem Falle für den laufenden Meter Brücke

$$q = 2 \cdot \frac{95139}{30} = 6343 \text{ Kg.}$$

Für die übrigen 7, oben zu Grunde gelegten Stützweiten lassen sich die ihnen und den beiden erwähnten Gattungen von Eisenbahnzügen entsprechenden Werthe von q in ähnlicher Weise finden, ferner werden für die in der Praxis vorkommenden, zwischenliegenden Stützweiten die Werthe von V_0 und V_l durch das folgende graphische Interpolationsverfahren hinreichend genau ermittelt. Trägt man nämlich die Stützweiten von 10 bis 150 Mtr. von 5 zu 5 Mtr. in einem beliebigen Maafsstabe auf, errichtet in den 28, ihnen entsprechenden Punkten Senkrechte, so lassen sich für die obenerwähnten 7 Stützweiten, für welche die Vertikalscheerkräfte V_0 oder V_l bereits berechnet sind, diese letzteren als Ordinaten y auftragen. Verbindet man deren obere Endpunkte durch eine stetige Curve, so schneiden dieselben auf den zwischen ihnen befindlichen Senkrechten die den übrigen Stützweiten entsprechenden Vertikalscheerkräfte ab, deren Betrag man mittels des Gewichtmaafsstabs bestimmt. Auf diese Weise ergiebt sich für jene 28 Stützweiten und den Zug mit Semmering- und Tender-Locomotiven bzw. die nachfolgende Tabelle der Vertikalscheerkräfte V_0 und V_l in Kg.:

$l =$	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
$V_0 =$	43476	59000	71600	81644	95139	103000	116000	124000	133000	140000	146500	156000	162000	167771
$V_l =$	37884	58000	69000	79985	86000	95500	100000	116000	119947	127000	134500	141000	147000	155193

$l =$	80	85	90	95	100	105	110	115	110	125	130	135
$V_0 =$	177000	183000	190000	195000	198456	206500	212500	220000	228500	233501	238500	243500
$V_l =$	161000	166500	173000	180000	185948	194000	201500	206500	214000	219486	225000	232000

$l =$	140	145	150
$V_0 =$	253000	249000	254187
$V_l =$	235000	238000	241917

Mit Hilfe der diesen Werthen V_0 und V_l entsprechenden Endordinaten lassen sich die Parabeln construiren, welche den Vertikalscheerkräften einer fortschreitenden, gleichförmig vertheilten Belastung entsprechen, wie dies in Tafel-Figur 1 und 2 mittels punktirter Linien geschehen ist.

Werden die diesen Werthen von V_0 und V_l und den ihnen zugehörigen Stützweiten entsprechenden Belastungen q nach Gleichung (9) berechnet, so ergiebt sich nachstehende Tabelle der zur annähernden Bestimmung der Vertikalscheerkräfte dienenden gleichförmig vertheilten Belastungen, welchen, um den obenerwähnten Unterschied zu zeigen, die zur Bestimmung der gröfsten Angriffsmomente dienenden, gleichförmig vertheilten Belastungen beigefügt worden sind

1. Brückenträger mit einem Zug aus 3 vorwärtsgehenden Semmeringlocomotiven und angehängten Lastwagen.

Spannweite in Mtr.	Gleichförmig vertheilte Verkehrsbelastung q zur Bestimmung der Vertikalscheerkräfte in Kg. pro l. Mtr.	Gleichförmig vertheilte Verkehrsbelastung q zur Bestimmung der Angriffsmomente in Kg. pro l. Mtr.	Spannweite in Mtr.	Gleichförmig vertheilte Verkehrsbelastung q zur Bestimmung der Vertikalscheerkräfte in Kg. pro l. Mtr.	Gleichförmig vertheilte Verkehrsbelastung q zur Bestimmung der Angriffsmomente in Kg. pro l. Mtr.
10	8695	7960	80	4425	3870
15	7886	6160	85	4306	3765
20	7150	6080	90	4222	3660
25	6532	5747	95	4116	3565
30	6343	5670	100	3969	3470
35	6000	5430	105	3933	3398
40	5800	5250	110	3863	3317
45	5511	5000	115	3826	3247
50	5321	4830	120	3775	3178
55	5090	4605	125	3737	3113
60	4883	4380	130	3669	3049
65	4800	4245	135	3607	2990
70	4634	4110	140	3514	2932
75	4474	3990	150	3389	2835

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

2. Brückenträger mit einem Zug aus 3 vorwärtsgehenden Tenderlocomotiven und angehängten Lastwagen.

Spannweite in Mtr.	Gleichmäfsig vertheilte Verkehrsbelastung q zur Bestimmung der Vertikalscheerkräfte in Kg. pro l. Mtr.	Gleichmäfsig vertheilte Verkehrsbelastung q zur Bestimmung der Angriffsmomente in Kg. pro l. Mtr.	Spannweite in Mtr.	Gleichmäfsig vertheilte Verkehrsbelastung q zur Bestimmung der Vertikalscheerkräfte in Kg. pro l. Mtr.	Gleichmäfsig vertheilte Verkehrsbelastung q zur Bestimmung der Angriffsmomente in Kg. pro l. Mtr.
10	7577	6770	80	4038	3610
15	7067	5470	85	3915	3520
20	6300	5353	90	3889	3430
25	5762	5150	95	3789	3340
30	5333	5060	100	3719	3250
35	5286	4916	105	3695	3175
40	5000	4680	110	3663	3100
45	4889	4580	115	3617	3035
50	4798	4430	120	3567	2970
55	4618	4250	125	3517	2910
60	4483	4100	130	3462	2850
65	4038	3965	135	3437	2795
70	4200	3830	140	3357	2740
75	4138	3720	150	3226	2650

Berechnet man mit Hilfe der Gleichung (5) oder (6) und der vorstehenden Werthe von q die Vertikalscheerkräfte für verschiedene Abscissen und zieht sie von den früher erhaltenen, exacten Werthen ab, so erhält man die Differenz beider, also den Maafsstab für den Fehler, welchen man in Folge des Ersatzes der Einzellasten durch jene gleichförmig vertheilte Last begangen hat.

Beispiel. Für einen, mit einem Zug aus Semmeringmaschinen belasteten, Brückenträger von 30 Mtr. Stützweite ergiebt sich auf diese Weise, wenn die Abscisse x wieder successive $o, \frac{l}{8}, \frac{2l}{8}, \frac{3l}{8}, \frac{4l}{8}, \frac{5l}{8}, \frac{6l}{8}$ und l gesetzt wird, folgende Zusammenstellung:

Abscissen $x =$	0,0	3,75	7,5	11,25	15,0	18,75	22,5	26,25	30,0 m
Einzellasten $V =$	95139	73705	55732	40204	28088	16564	9740	3468	0 Kg
Stet. Last $V =$	95139	72838	53514	37163	23785	13378	5946	1486	0 -
Differenz	0	867	2218	3041	4303	3186	3794	1982	0 -

woraus ersichtlich ist, dafs die Differenzen von den Enden nach der Mitte hin zunehmen und dort etwa 14% der wahren Vertikalscheerkraft betragen, s. Tafel-Figur 2.

III. Die Supplementarparabel und die ihr entsprechenden genaueren Näherungswerthe der durch fortschreitende Eisenbahnzüge erzeugten gröfsten Vertikalscheerkräfte.

Um diese Differenzen zwischen den thatsächlich eintretenden und approximativ berechneten Vertikalscheerkräften möglichst zu vermindern, ist zu beachten, dafs die erwähnte Zunahme jener Differenzen von beiden Enden nach der Mitte der Träger hin, sehr nahe einer gemeinen Parabel mit der Stützweite l, der Pfeilhöhe k und lothrechter, durch die Mitte der Stützweite gehender Axe entspricht. Die Ordinaten dieser Supplementarparabel ergeben sich allgemein aus der Gleichung

$$y = \frac{k}{(\frac{l}{2})^2}(2lx - x^2) = k \cdot \frac{4}{l^2} \cdot x(l-x) \quad (10)$$

und stellen zugleich jene Differenzen dar.

Wird also der Werth von y in Gleichung (10) den früher erhaltenen Werthen von V in Gleichung (5) und (6) hinzugefügt, so ergiebt sich bezw.

$$V_{max} = q \cdot \frac{(l-x)^2}{2l} + 4k \cdot \frac{x(l-x)}{l^2} - \frac{l-x}{l}\left[\frac{q}{2}(l-x) + 4k\frac{x}{l}\right] \quad (11)$$

und

$$V_{min} = -q \cdot \frac{x^2}{2l} - 4k \cdot \frac{x(l-x)}{l^2} = -\frac{x}{l}\left[\frac{q}{2}x + 4k\frac{(l-x)}{l}\right] \quad (12)$$

Setzt man in Gleichung (11) $x = o$, so ist $V_o = q \cdot \frac{l}{2}$;

$x = \frac{l}{2}$, so ist $V_{\frac{l}{2}} = q \cdot \frac{l}{8} + k$;

$x = l$, so ist $V_l = o$.

Setzt man in Gleichung (12) $x = o$, so ist $V_o = o$;

$x = \frac{l}{2}$, so ist $V_{\frac{l}{2}} = -q \cdot \frac{l}{8} - k$;

$x = l$, so ist $V_l = -q \cdot \frac{l}{2}$,

woraus folgt, dafs die gröfsten positiven und negativen Vertikalscheerkräfte wieder numerisch dieselben bleiben, nur in umgekehrter Ordnung wiederkehren.

Da in Gleichung (11) und (12) für alle voraussichtlich vorkommenden Stützweiten die Werthe von q bekannt sind, so bleiben nur noch die Werthe von k zu bestimmen, welche nach dem Früheren die Differenz der exact und der näherungsweise gefundenen Vertikalscheerkraft in der Mitte jeder Stützweite bilden.

Beispiel. Für einen, mit einem Zug aus Semmeringmaschinen belasteten, Brückenträger von 30 Mtr. Stützweite ergiebt sich für $x = \frac{l}{2}$ aus Gleichung (5):

$$V = q \cdot \frac{l}{8} - 6343 \cdot \frac{30}{8} = 23786 \text{ Kg.}$$

Der exacte Werth beträgt für dieselbe Stelle nach dem Früheren 28088 Kg., daher die gesuchte Differenz

$$k = 28088 - 23786 = 4302 \text{ Kg.}$$

und, wenn dieselbe in Gleichung (11) eingeführt wird, die Vertikalkraft

$$V_{max} = \frac{30-x}{20}\left[3172\,(30-x) + 17208 \cdot \frac{x}{l}\right].$$

Legt man x die früheren Werthe bei, berechnet hieraus die V_{max}, stellt sie mit den ihnen entsprechenden, oben mit Zugrundelegung der Einzellasten gefundenen, Werthen von V zusammen und bildet deren Differenzen, so ergiebt sich folgende Zusammenstellung:

$x =$	0	3,75	7,5	11,25	15	18,75	22,5	26,25	30
Näherungswerthe $V =$	95139	74739	56750	41205	28088	17415	9175	3369	0
Einzellasten $V =$	95139	73705	55732	40204	28088	16564	9740	3486	0
Differenz	0	1034	1018	1001	0	851	565	117	0

woraus folgt, dafs die vorstehend berechneten Differenzen zu Gunsten der Construction zum Theil etwas gröfser sind und höchstens 5% der Vertikalscheerkräfte betragen.

Berechnet man k in ähnlicher Weise auch für die Spannweiten von 10, 25, 50, 75, 100, 125 und 150 Mtr., so erhält man für einen Zug aus Semmeringmaschinen und Tenderlocomotiven bezw.

$l =$	10	25	50	75	100	125	150 Mtr.
Semmeringmaschine $k =$	5018	3810	7561	12724	16683	17048	13479 Kg.
Tendermaschine $k_1 =$	4340	3025	6025	11602	13486	14476	17117 -

Digitized by Google

Trägt man diese Werthe, wie es in Tafel-Figur 2 u. 4 geschehen ist, in den ihren Stützweiten proportionalen Abständen getrennt als Ordinaten auf, so lassen sich die analogen Werthe für zwischenliegende Spannweiten durch eine der früheren ähnliche, in den letzgenannten Figuren ausgeführte, graphische Interpolation finden. Bestimmt man hieraus mittels des Gewichtsmaafsstabes die Zahlenwerthe der interpolirten Ordinaten, so ergiebt sich für die früheren 28 Stützweiten und den Zug mit Semmering- und Tender-Locomotiven bezw. die nachfolgende Tabelle der Werthe von k und k_1 in Kg.

l =	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
k =	5018	4616	4213	3810	4550	5310	6060	6810	7561	8304	9027	10060	11693	12724	12516	14308	15100
k_1 =	4540	3901	3463	3025	3625	4225	4820	5420	6025	7141	8257	9573	10489	11602	11979	12836	12736

l =	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	Meter.
k =	15892	16683	16755	16859	16903	16976	17048	16595	15821	14907	14193	13479	Kg.
k_1 =	13110	13486	13684	13962	14060	14269	14476	15004	15532	16060	16588	17117	Kg.

Mit Hilfe dieser Werthe können die Supplementarparabeln leicht construirt und deren Ordinaten den Ordinaten der ersten Parabeln zugefügt werden, wie dies in Tafel-Figur 2 und 4 für bezw. 8 und 7 Stützweiten geschehen ist. Um darin die verschiedenen Näherungswerthe der Vertikalscheerkräfte deutlicher hervorzuheben, sind die Flächen jener ersten Parabeln leicht und die Flächen jener Supplementarparabeln, welche zugleich die Ergänzung der ersten und zweiten Näherungswerthe darstellen, dunkler schraffirt worden. Auch die den Einzellasten der beiden Züge entsprechenden Vertikalscheerkräfte für die Abscissen o, $^1/_4\,l$, $^1/_2\,l$ und $^3/_4\,l$ sind zum Theil in jene Figuren eingetragen worden, woraus allerdings folgt, dafs sie stellenweise selbst die Supplementarparabel noch etwas übertreffen. Um die Brauchbarkeit der Tafel zu erhöhen, sind den 28 darauf verzeichneten Stützweiten die ihnen entsprechenden Werthe von q und k beigefügt worden.

Die im Vorstehenden berechneten Werthe q und k gelten selbstverständlich nur für die hier in Betracht gezogenen Fahrbetriebsmittel, insbesondere für die hier angenommenen Reihenfolgen, Axendrücke und Radstände derselben. Da die aus denselben zusammengesetzten Züge jedoch zu den relativ schwersten gehören, so können die hier gewonnenen Resultate annäherungsweise auch bei der Construction von Eisenbahnbrückenträgern benutzt werden, welche mit ähnlichen, nicht schwereren Maschinen und Wagen betrieben werden. Weichen dieselben wesentlich von einander ab, so ist eine besondere Ermittelung von q und k mit Rücksicht auf die veränderte Zusammenstellung, sowie auf die abweichenden Axendrücke und Radstände erforderlich.

Aachen, im September 1874.

Heinzerling.

Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

65ster Baubericht über den Fortbau des Domes zu Cöln.

Nach Vollendung der beiden Westthürme bis zur Oberkante der Sockelanlage im vierten Geschosse während des Jahres 1873, und bei dem anhaltenden Frostwetter im Frühjahre 1874 waren die Bauhütten bis zu Anfang des Monats Mai mit Bearbeitung der Werksteine zum Octogon beider Thürme andauernd beschäftigt, und gestattete der während der Wintermonate beschaffte bedeutende Vorrath an fertigen Steinmetzarbeiten, die Versetzarbeiten am südlichen Thurme ohne Unterbrechung bis December des Jahres 1874 fortzuführen.

Die während des Baujahres 1874 von Oberkante des Sockels bis zur Oberkante der Fenstercapitäle aufgeführte Umfassungswand des vierten Geschosses des südlichen Thurmes hat eine Höhe von $15{,}_{94}{}^{m}$ oder ca. 51 Fufs erreicht und übersteigt somit den in früheren Baujahren ausgeführten Aufbau der Thürme um das Doppelte der Höhe.

Diese für den Fortbau des Domes so günstigen Resultate sind, abgesehen von der stetigen Abnahme der Mauerstärken in den oberen Geschossen, bedingt durch die Zunahme der Arbeitskräfte in den Steinmetzhütten zu Ende des vorigen Jahres.

Nach Einfügung des im nördlichen Domthurme noch fehlenden grofsen Sterngewölbes im dritten Geschosse und des darüber befindlichen Entlastungsgewölbes, welches den Fufsboden des vierten Thurmgeschosses trägt, und nach Errichtung der neuen Baugerüste auf den in die Umfassungsmauern eingelegten Sprengewerken, begann auch am nördlichen Thurme der Weiterbau des Octogons, und gestattete der vermehrte Hüttenbetrieb die Vollendung der Umfassungsmauern bis zu den Fensterverdachungen in der Höhe von $5{,}_{5}{}^{m}$ über der Sockelanlage.

Das mit Beginn des Monats November eintretende Frostwetter beendete die Versetzarbeiten auf den Baugerüsten und wendete sich zu Anfang December 1874 der Hüttenbetrieb zunächst der Ausführung der südöstlichen und südwestlichen Eckfiale zu. Einen bedeutenden Aufwand an Arbeitskräften erforderte die Herstellung des Treppengehäuses und der Fialenendigung der grofsen Thurmtreppe am südlichen Thurme, deren reichgegliederte Profilirungen, Fronten und Fialen sich bis zu einer Höhe von $19{}^{m}$ über das dritte Hauptgesims erheben. Wenngleich die das Octogon umgebenden freistehenden Eckfialen beim Cölner Dome nicht zur Stütze der Fensterpfeiler des Octogons dienen, somit also deren gleichzeitige Ausführung mit den Umfassungswänden des Octogons aus constructiven Rücksichten nicht geboten erscheint, so würde dennoch deren Aufbau nach Vollendung der Octogone bis zum vierten Hauptgesimse die grofse Schwierigkeit bieten, dafs alle Werkstücke über die Thurmwände emporgehoben werden müfsten und an den Aufsenseiten wieder auf ca. $25{}^{m}$ herabzulassen wären.

Zur Vermeidung dieser die Bauausführung hemmenden und mit einem unverhältnifsmäfsigen Kostenaufwande verbun-

Digitized by Google

denen Versetzarbeiten ist daher zunächst der Aufbau der nach Süden gelegenen beiden Eckfialen des südlichen Thurmes in Angriff genommen, und werden diese allseitig freistehenden Eckthürme im Laufe des Jahres 1875 bis zu einer Höhe von 15 m über das dritte Hauptgesims hinaus fertig gestellt werden. Der gleiche Aufbau der beiden nördlichen Eckthürme des nördlichen Thurmes wird demnächst im Laufe des Jahres 1876 erfolgen.

Während die vorstehend erwähnten Bauausführungen den erfreulichen Fortschritt bezeichnen, welchen der Fortbau der Thürme während des Jahres 1874 aufzuweisen hat, gelangte auch das Kirchenschiff des Domes durch Einwölbung der beiden Gewölbe-Compartimente zwischen den Thürmen zur gänzlichen Vollendung. Diese im Anschlusse an die im Jahre 1863 beendeten Wölbungsarbeiten des Hochschiffes ausgeführten beiden Kreuzgewölbe von ca. $12{,}_5$ m diagonaler Spannweite überdecken die Vorhalle zwischen den beiden Westthürmen, und wird nach Beseitigung der Baugerüste und Bankrahmen nunmehr die Fortführung des Domdaches zwischen den Thürmen bis zu dem im Jahre 1873 errichteten massiven Dachgiebel der Westfaçade zur Ausführung gelangen.

Seit Beginn des Jahres 1875 sind die Steinmetzen mit Bearbeitung der Werksteine für die Umfassungswände des nördlichen Thurmes bis zur Höhe von 13 m über der Sockelanlage beschäftigt und wird nach Beendigung dieser Arbeiten die gesammte Bauthätigkeit sich der Einwölbung der Fenster des südlichen Thurmes und der Herstellung der Gewölbe-Anfänger des Sterngewölbes im Innern der Thurmhalle zuwenden, so dafs der Aufbau des südlichen Thurmes bis an den Fufs des Thurmhelmes bis zum Jahresschlusse in Aussicht zu nehmen bleibt, im Falle eine genügende Anzahl von Steinmetzen dauernd zur Verfügung steht und die wieder beginnende Privat-Bauthätigkeit der Dombauhütte die nothwendigen Arbeitskräfte nicht in gröfserem Umfange, wie bisher, entzieht.

Die aus den Steinbrüchen zu Staudernheim, Königswinter und Obernkirchen fertig bearbeitet nach Cöln zu liefernden Werkstücke umfassen die gesammten inneren Verblendungsschichten der Thurmhalle des nördlichen Thurmes, die Wölbungen der 16 Fenster beider Thürme, die Gurte und Gräte zu den beiden Sterngewölben und die Ueberkragungsschichten der Gewölbeanfänger daselbst.

Nachdem im Laufe der Baujahre 1872/73 mit Anfertigung der aufserhalb der Bauhütte zu bearbeitenden Hausteine begonnen, ist pro 1874 wiederum eine Summe von ca. 93000 Mark für die Beschaffung der von auswärtigen Steinmetzhütten fertig bearbeitet nach Cöln gelieferten Werkstücke zur Zahlung angewiesen.

Für den Ankauf von Haustein-Material ist pro 1874 im Ganzen eine Summe von ca. 175749 Mark verausgabt, während für die gesammten, im Laufe des vergangenen Jahres für den Dombau beschafften Baumaterialien der Betrag von ca. 245410 Mark zur Verwendung kam.

Im Zusammenhange mit den Bauausführungen an den Thürmen wurden im Laufe des Jahres 1874 die sechs Statuen für das dritte Geschofs des nördlichen Thurmes von dem Dombildhauer Fuchs in französischem Kalkstein ausgeführt und unter den Baldachinen an den Aufsenseiten des Thurmes aufgestellt. Gleichzeitig erfolgte die Einfügung der kleinen Figuren in den Bogenlaibungen des nördlichen Seiteneingangs am Westportale, und die Modellirung und Ausführung der Reliefs zum Mittelportale daselbst.

Als plastischer Schmuck für die 8 freistehenden Eckfialen beider Thürme ist für die 32 Figurenlauben eine entsprechende Anzahl von Engelfiguren aus französischem Kalkstein zu fertigen. Von diesen mit Musikinstrumenten und den Werkzeugen der Passion versehenen Engelfiguren von $2{,}_{11}$ m Höhe sind, da dieselben wegen der Schwere der Steine gleichzeitig mit den Pfeilern versetzt werden müssen, im Laufe des Jahres 1874 6 Figuren modellirt und theilweise in Stein ausgeführt.

Die im Jahre 1873 angekauften und fertig abgebundenen Gerüsthölzer zur ersten Gerüstetage des nördlichen Thurmes, desgleichen zur zweiten Gerüstetage des südlichen Thurmes wurden im Frühjahre 1874 auf die Thürme hinaufgeschafft und aufgeschlagen.

Diese unabhängig von der Einrichtung des dritten Thurmgeschosses errichteten Holzconstructionen ruhen auf den in die Pfeiler der Thürme eingefügten Sprengewerken, und dienen zur Stütze der gesammten Baugerüste bis zur Spitze des Thurmhelmes, ein Gerüstsystem von ca. 92 m Höhe umfassend, dessen Festigkeit nicht allein durch die directe Belastung in Anspruch genommen wird, sondern auch dem bedeutenden Winddrucke in Folge von Stürmen dauernd Widerstand leisten mufs. Dieser zweifachen Inanspruchnahme der die Gebäude der Stadt Cöln um ca. 140 m überragenden Holzbauten entsprechend, sind die einzelnen Gerüsttheile stärker als bisher construirt, und mufste namentlich für eine allseitige Verstrebung der Gerüstwände Sorge getragen werden.

Als planmäfsiger Reinertrag der zehnten und letzten Dombau-Prämien-Collecte ist die Summe von 182020 Thlr. in die Kasse des Central-Dombau-Vereins geflossen und beträgt der pro 1874 von Seiten der Vereinskasse zum Fortbau des Domes eingezahlte Beitrag im Ganzen 210000 Thlr.

Laut Nachweisung der Königlichen Regierungs-Hauptkasse zu Cöln ist pro 1874 ein Betrag von 275330 Thlr 18 Sgr. 10 Pf. für den Cölner Dombau verwendet, in welcher Summe die Ausgabe speciell für den Fortbau der beiden Westthürme einschliefslich des Westportales mit 259278 Thlr. 28 Sgr. 4 Pf. enthalten ist.

Unter Hinzunahme der Baukosten in den Jahren 1864 bis ultimo 1873 zum Betrage von 1530899 Thlr. 6 Sgr. 7 Pf. sind demnach im Laufe von elf Jahren, von 1864 bis ultimo 1874 im Ganzen 1806229 Thlr. 25 Sgr. 5 Pf. oder 5418689 Mark 55 Pfennige zum Ausbau der Thürme des Cölner Domes angewiesen und verwendet worden.

Cöln, den 11. Mai 1875.

Der Dombaumeister Voigtel.

Digitized by Google

Mittheilungen aus Vereinen.

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Versammlung am 9. März 1875.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Oberbeck.

Herr Schwabe berichtete über den neuen Hafen in Triest, zu dessen Besichtigung bei der im Februar d. J. daselbst stattgefundenen Fahrplan-Conferenz der Deutschen Eisenbahnen in sehr dankenswerther Weise von dem Oberingenieur des Hafenbaues, Fr. Bömches, durch Vorlage der Bauzeichnungen, wie durch Erläuterung auf der Baustelle Gelegenheit gegeben wurde. Der neue Hafen in Triest, welcher von der Südbahn-Gesellschaft gegen eine von der österreichischen Regierung zu zahlende Summe von 13616000 Gulden ausgeführt wird, im Jahre 1867 begonnen ist und voraussichtlich im Jahre 1878, allerdings bei einer Mehrausgabe von ca. 2 Millionen Gulden vollendet sein wird, ist durch das Bedürfniss hervorgerufen worden, die vorhandenen bei dem raschen Emporblühen von Triest nicht mehr ausreichenden Hafenanlagen in grossartiger, einer ferneren Zukunft entsprechenden Weise zu vergrössern und zugleich die bisher fehlende unmittelbare Verbindung zwischen der Eisenbahn und dem Hafen herzustellen. Der neue Hafen, welcher die nördliche Hälfte der alten Rhede umfasst, vom Salzmole bis zum Lazareth-Bassin parallel mit dem Bahnhofe sich erstreckt, und auf eine Minimaltiefe von $8{,}_{5}$ m berechnet ist, enthält 3 Bassins von je 64500 □m Flächeninhalt, nämlich von je 300 m Länge und 215 m Tiefe, durch Molen von derselben Länge und 80 m Breite unter einander und von dem übrigen Hafen getrennt, und in einer Entfernung von 170 m von der Spitze der Molen durch einen 1090 m langen Hafendamm, mit einer 95 m weiten Hafeneinfahrt, eingeschlossen.

Die Ausführung der Hafenanlage war insofern mit aufsergewöhnlichen Schwierigkeiten verbunden, als die Herstellung der Quaimauern und Molen in einer Meerestiefe von 10 m unter Niederwasser, die Ausführung des Hafendammes sogar in einer Tiefe von $16{,}_{8}$ m bewirkt werden musste, und der Meeresgrund in der ganzen Ausdehnung des neuen Hafens aus einer 6 m und darüber mächtigen Schlammschicht bestand. Diesem letzteren Umstande ist es auch zuzuschreiben, dass das der Zeitersparniss wegen zuerst gewählte Bausystem: ohne Ausbaggerung dieser Schlammschicht mit den Steinschüttungen zu beginnen und, ohne ein längeres Setzen derselben abzuwarten, in der weiteren Herstellung der Quaimauern und Molen fortzufahren, aufgegeben werden musste, einerseits wegen der erheblichen Reconstructionsarbeiten, welche das fortdauernde starke Setzen der Steinschüttungen erforderlich machte, andererseits wegen der bedeutenden Baggerungsarbeiten, welche das Ausbreiten des mit den Steinschüttungen vermischten Schlammes in die Hafenbassins zur Folge hatte. Zur Vermeidung dieser Uebelstände wurde bei den beiden letzten, nach dem inneren Hafen zu gelegenen Molen und dem dazwischen befindlichen Bassin der Meeresgrund in entsprechender Breite bis auf 12 m unter Niederwasser ausgebaggert, dann eine etwa 3 m starke Lage aus möglichst grossen Steinblöcken versenkt, hierauf mit der Schüttung aus kleineren Bruchsteinen vorgegangen und die Ausführung der Einfassungsmauern der Quais und Molen erst nach mehrjährigem Setzen der Steinschüttungen, denen auch eine flachere Böschung gegeben wurde, in Angriff genommen.

Das Material, aus welchem die Steinschüttungen und das Mauerwerk hergestellt wird, ist Kalkstein, der in einer Anzahl von Steinbrüchen theils in der Nähe von Triest, theils in weiterer Entfernung bis Monfalcone etc. gewonnen und sowohl per Bahn, als zur See herangeschafft wird. Das Gesammtquantum des zu fördernden Steinmaterials beträgt ca. 6 Millionen Kubikmeter, von welchem allein im Jahre 1871 über 1 Million Kubikmeter gewonnen wurden; durch die Baggerarbeiten musste dagegen in den 5 Jahren 1870 bis 1874 ein Quantum von ca. 490000 Kubikmeter Schlamm und Steine verschiedener Grösse beseitigt werden.

Von besonderem Interesse ist die Herstellung aller Einfassungsmauern des Hafendammes, der Molen und Quais in einer auf Steinwürfen fundirten Mauer von $3{,}_{7}$ m Stärke aus vier $1{,}_{5}$ m starken Schichten künstlicher Blöcke, welche, aus Bruchsteinmauerwerk in Cementmörtel, von gleicher Form und Grösse ausgeführt und ohne Anwendung von Mörtel verlegt werden.

Diese künstlichen Blöcke, von einem Gewicht bis zu 500 Ctr. auf den Bauplätzen im Trockenen aufgemauert, auf Eisenbahnen zur Verwendungsstelle transportirt und mit Hilfe kräftiger Krahnvorrichtungen versenkt, sind leichter und billiger als Betonblöcke herzustellen, gewähren vermöge ihres grossen Gewichtes ein sicheres Fundament für das über dem Meeresspiegel in gewöhnlicher Weise auszuführende Quadermauerwerk und bieten ausserdem noch den Vortheil, dass sie, ohne zu bersten, den durch den Schlammboden hervorgerufenen Bewegungen der Steinwürfe folgen und dann im Falle einer nothwendig gewordenen Reconstruction wieder abgetragen und von Neuem wieder verlegt werden können.

Die Hafenanlage bedingt ferner den Neubau des gegenwärtigen Bahnhofes, welcher zur Gewinnung einer unmittelbaren Verbindung zwischen Eisenbahn- und Seeverkehr einem radicalen Umbau unterzogen und von seinem jetzigen Niveau auf das des neuen Hafens, d. h. von $10{,}_{12}$ m auf $3{,}_{16}$ m über Mittelwasser gesenkt werden soll, um die Anlage von Geleisen und Magazinen auf den Molen und Quais in directer Verbindung mit dem Bahnhofe zu erreichen.

Bis jetzt ist der Hafendamm, sowie das erste an der nördlichen Hafeneinfahrt gelegene Bassin vollendet, so dass dasselbe demnächst in Benutzung genommen werden kann. Die Gesammtanlage imponirt sowohl durch die Grossartigkeit ihrer Ausdehnung, wie durch die gediegene Ausführung und soll im Jahre 1878 vollständig hergestellt sein.

Herr Dircksen gab einige Notizen über das in London vorhandene und durch den Bau der Stadt-Eisenbahn für Berlin entstehende Bahnnetz. Unter Vorzeigung eines Planes, worauf sowohl sämmtliche Londoner Bahnen, als auch die in Berlin einmündenden, die Ringbahn und die Stadtbahn nach ihrer Vollendung dargestellt waren, machte der Vortragende auf die grosse Aehnlichkeit beider Bahnnetze sowohl in ihrer Form als Ausdehnung aufmerksam. Wird nämlich

Digitized by Google

das Londoner Bahnnetz der Art in den Plan der Stadt Berlin übergetragen, dafs die Londoner City die Bezirke Berlin und Königsstadt deckt, so entspricht die Berliner Ringbahn fast genau dem gleichfalls ovalen Bahngürtel, welcher um London, von der Station Poplar an den West India Docks ausgehend und bis Willesden Junction im Nordwesten von London von der North London R. R., von dort aus über Brompton Chelsea, Battersea bis zur Clapham Junction von einem Zweige der North Western Bahn und auf der Südseite von der South Western Bahn bis zu ihrer an dem alten Themse-Tunnel gelegenen Station gebildet wird. Die Lage des Stettiner Bahnhofes entspricht sodann der Kings-Cross-Station des Great Northern, die des Hamburger Bahnhofes der St. Pancras Street der Midland, die des Lehrter Bahnhofes der Euston Street der North Western, die des Potsdamer Bahnhofes der von 5 Bahnen gemeinschaftlich benutzten Victoria Street und endlich die des Anhalter Bahnhofes der Waterloo Street der South Eastern Bahn.

Nur auf der Ostseite von London sind die Great Eastern mit ihren Stationen an der Liverpool und Fenschurch Street, die North London mit der Station in Broad Street, und die South Eastern mit der Station an der London Bridge bedeutend (ca. 1600^m) tiefer in das Centrum der Stadt (bis zur City) vorgedrungen, als die von Osten kommenden Bahnen in die Stadt Berlin.

Im Allgemeinen dürfte jedoch die Lage der alten Personen-Bahnhöfe Berlins, gegenüber dem Londoner Vorbilde, keine durchaus ungünstige zu nennen sein. Ferner sind auch die unlängst im Landtage gerügten Nachtheile, welche für Berlin durch die dem Centrum der Stadt zu nahe liegenden Güterbahnhöfe bestehen sollen, mit London verglichen, nicht vorhanden, denn auch der Kreis der Güterbahnhöfe ist in beiden Städten wesentlich derselbe, viele Güterdepots in London liegen sogar dem Mittelpunkte der Stadt bedeutend näher.

Ebenso wie nun in London innerhalb des eben beschriebenen ovalen Ringes, von beiläufig 42 Kilometer Länge, die Metropolitan und Metropolitan District Railway einen inneren Ring von 18 Kilometer Länge bilden, und den Reisenden durch verschiedene Anschlufsbahnen es möglich gemacht wird, das Innere von London direct vermittelst der Eisenbahn, wenn auch häufig noch mit Wagenwechsel, zu erreichen, soll dies in Berlin durch die Stadtbahn geschehen, und wird dies weit günstiger durch dieselbe und auch mit geringeren Mitteln ausführbar, da die Stadt-Eisenbahn sich als der längere Durchmesser des Ovals der Ringbahn darstellt, und bei einer Länge von 12 Kilometer demnach die Hauptadern des Verkehrs von Berlin, die Friedrichs- und Königs-Strafse durchkreuzt und mit denselben durch Bahnhöfe verbunden werden wird. Mit Ausnahme der Louisenstadt wird künftig die gröfste Entfernung von irgend einem Punkte der Stadt bis zur nächsten Bahnstation 1600^m oder 2100 Schritt, in der Luftlinie gemessen, betragen. Kaum günstiger ist das Verhältnifs in London, denn der Radius der Metropolitan-Bahn hat die Länge von ca. 1500^m.

Dies eben erwähnte günstige Verhältnifs für die Vertheilung der Bahnen innerhalb des Weichbildes von Berlin wird jedoch selbstredend nur den Bahnen zu Gute kommen, welche Anschlüsse an die Stadtbahn erhalten, während für alle die nicht betheiligten Bahnen auch die Vortheile, welche durch die Central-Stationen der Stadtbahn für die Belebung des Verkehrs erwachsen, nicht zur Geltung kommen können.

Bei den Ermittelungen der Frequenz, welche auf der Stadtbahn erwartet werden darf, ergiebt sich, dafs dieselbe, soweit es den Verkehr von, resp. nach aufserhalb betrifft, mit einiger Bestimmtheit berechnet werden kann, während für den Localverkehr nur allgemeine Schätzungen mit Rücksicht auf ähnliche Verhältnisse möglich sind. Diese Schätzungen ergeben jedoch stets nicht allein für die Frequenz, sondern auch für die Rentabilität so überaus günstige Resultate, dafs hierbei um so gröfsere Vorsicht angezeigt erscheint. Zunächst ist auffällig, dafs sich Berlin, nach Ansicht des Vortragenden, noch auf einer niedrigen Stufe des Eisenbahn-Verkehrs gegenüber anderen industriellen Städten befindet; denn während 1873 in Berlin ca. 7000000 Personen ankamen und abreisten, also die $7\frac{1}{2}$fache Zahl der Einwohner, betrug in Barmen-Elberfeld die Zahl der Reisenden 2500000, mithin das 16fache der Einwohner, endlich in Hagen das 30fache. Eine rasche Entwickelung der Frequenz, namentlich des Verkehrs nach den Orten der Umgebung Berlins, ist daher, wie der rapid steigende Personenverkehr auf der Ringbahn beweist, mit Sicherheit zu erwarten, sobald nur die Unbequemlichkeiten, womit das Reisen begleitet ist, und hierzu mufs in erster Reihe auf die weite Entfernung der vorhandenen Bahnhöfe vom Mittelpunkt der Stadt gerechnet werden, beseitigt sein werden. Die Frequenz auf der Stadtbahn von und nach aufserhalb ergiebt sich nun, wie durch einen Plan erläutert wurde, aus der Betrachtung, dafs nach Vollendung der Stadtbahn die Reisenden stets den ihnen nächstgelegenen Bahnhof, sei es der Stadtbahn oder der anschliefsenden Bahnen für Abfahrt und Ankunft wählen werden. Die Bewohner der Stadtbezirke Berlins, Spandau, Stralau, Königsstadt etc. werden künftig nicht mehr auf dem Potsdamer und Lehrter Bahnhof abreisen, sondern von einem Bahnhofe der Stadtbahn. Wird nun das ganze Stadtgebiet in Abschnitte zerlegt, deren Grenzen durch die Bedingung gegeben sind, dafs die Entfernung von den Stadtbahnhöfen gleich ist der bis zu dem entsprechenden alten Bahnhof, so ergiebt sich aus der Zahl der Einwohner dieser Abschnitte das Verhältnifs für die Frequenz der in den betreffenden Abschnitten gelegenen Bahnhöfe. Keiner der Bezirke der Bahnhöfe der an die Stadtbahn anschliefsenden Bahnen umfafst nun mehr als 30 Procent der Einwohner Berlins, der Rest, also 70 Procent, ist auf die Benutzung der Stadtbahn angewiesen, resp. wird durch dieselbe den betreffenden Bahnen zugeführt werden. Beispielsweise würden, wenn die Stadtbahn im Jahre 1873 vollendet gewesen wäre, von dem Personenverkehr der Niederschlesisch-Märkischen Bahn gleich 1500000 Reisenden 1050000 der ersteren zugefallen sein; überhaupt von den 5600000 Personen, welche auf der Ost-, Niederschlesisch-Märkischen, Hamburger, Potsdamer und Lehrter Bahn in Berlin ankamen oder abreisten, 3920000 die Stadtbahn benutzt haben. Die sehr mäfsige Vermehrung der Reisenden von jährlich 5 % angenommen, läfst für die Stadtbahn bei deren Eröffnung im Jahre 1880 eine Frequenz von 5300000 Reisenden, also 14500 täglich, voraussehen. Aus dem Umstande, dafs den mit der Stadtbahn verbundenen Bahnen stets 70 % des in Berlin originirenden Verkehrs zufällt, scheint der Schlufs gerechtfertigt, dafs jede Concur-

Digitized by Google

renz mit diesen Bahnen zwischen Berlin und den von ihnen berührten Orten für die Zukunft ausgeschlossen ist.

In Betreff des Localverkehrs scheinen directe Vergleiche mit der Londoner Metropolitan Railway nicht zulässig, obgleich auch hierbei die überaus günstige Verbindung der Stadtbahn mit der Ringbahn günstige Schlüsse erlaubt; erwähnt mag nur werden, dafs auf der genannten Londoner Bahn befördert wurden: 1870 = 39100000 Personen, das 12fache der Einwohnerzahl, im Jahre 1871 = 42800000 Personen, im Jahre 1874 = 70000000 Personen, also das 13- resp. 19fache der Einwohnerzahl. Die Entlastung der jetzt bestehenden Stationen der betheiligten Bahnen wird erlauben, dieselben mehr als bisher möglich dem Localverkehr zur Ringbahn dienstbar zu machen. Nähere Notizen über die Frequenz der Metropolitan R. R. giebt die folgende Tabelle:

Frequenz und Einnahme der Metropolitan-Bahn.

Jahr	Passagiere pro Jahr Anzahl	Passagiere pro Tag Anzahl	Einnahmen pro Jahr und ganze Strecke Mark	Einnahmen pro Kilometer und Jahr Mark	Bemerkungen
1866	21273104	60000	4204840	350000	d. 6,5fache der Einw.-Zahl
1867	23405282	65000	4663600	389000	d. 7fache der Einw.-Zahl
1868	27708011	80000	5684860	474000	d. 8,7fache d. Einw.-Zahl
1869	36893791	102000	7481660	623000	das 11,6fache 3170000 Einw.
1870	39160849	110000	7707440	640000	d. 12fache der Einw.-Zahl
1871	42765427	120000	7921360	660000	d. 13fache der Einw.-Zahl
1872	.....	...	...	....	3250000 Einwohner
1874	70000000	194444	....	....	d. 19fache der Einw.-Zahl

Der Personentarif betrug pro Kilometer

für I. Klasse $0,_{05}$ bis $0,_{07}$ M.,
- II. - $0,_{03} - 0,_{04}$ -
- III. - $0,_{02} - 0,_{03}$ -

Bei Retourbillets werden 50 % Ermäfsigung bewilligt.

Der Preis der Arbeiterbillets betrug auf 9 Kilometer hin und zurück $0,_{2}$ M.

Es waren auf 18 Kilometer 22 Stationen vertheilt, gröfste Entfernung 1600 m, kleinste 640 m. —

Es würde auch angänglich sein, den Potsdamer Personenbahnhof für die Anhalter Bahn mitzubenutzen, wodurch ein theurer Neubau vermieden werden könnte. Der Vortragende machte hierbei auf die Benutzung der meisten grofsen Personenbahnhöfe Londons durch mehrere Bahngesellschaften aufmerksam; so laufen unter andern in die Victoria Station und ebenso in die Morgate Station der Metropolitan-Bahn die Züge von 5 verschiedenen Bahnen ein. Die Nothwendigkeit, die Eisenbahnen bis zum Centrum grofser Städte zu führen, wird immer mehr erkannt, und ist soeben ein solches Unternehmen in Newyork vollendet worden. Die Harlem R. R. wurde dort unter dem Namen Newyork Central R. R. bis zur Strafse 42 in die Stadt geführt resp. zu einer viergeleisigen Bahn umgebaut, und zwar, abweichend von dem sonst in Amerika bevorzugten System, nicht im Niveau, sondern mit Ueberführung sämmtlicher Strafsen. Man beabsichtigt, die Bahn von dem neuen Central-Personen-Bahnhof in gleicher Weise in einem offenen, oft überbrückten Einschnitt bis zur Spitze der Halbinsel, worauf Newyork liegt, fortzusetzen. Dieses Vorgehen in Newyork ist um so bemerkenswerther, als das Netz der Pferdebahnen in keiner anderen Stadt so ausgebildet ist, als gerade dort.

In Rotterdam ist eine Stadteisenbahn im Bau begriffen, welche die ganze Stadt in ihrem belebtesten Theile durchkreuzt; dieselbe hat insofern Aehnlichkeit mit der hiesigen Stadtbahn, als sie durchaus auf einem Viaduct in 6 m Höhe über dem Niveau der Strafsen, welche sie ausschliefslich benutzt, erbaut wird. Die baulichen Anlagen beider Bahnen, in Newyork und Rotterdam, lassen das Bestreben der Behörden erkennen, durch thunlichst milde Vorschriften, namentlich in Betreff der Strafsen-Ueber- und Unterführungen, den Bau der Bahn zu erleichtern und so die Ausführung eines als gemeinnützlich erkannten Unternehmens zu fördern; man hält dabei einzelne Unbequemlichkeiten, welche durch die Bahnanlage dem Strafsenverkehr erwachsen, durch die Vortheile des erleichterten Bahnverkehrs, der zugleich eine Entlastung des Strafsenverkehrs involvirt, für reichlich aufgewogen. Ein richtiges Princip, welches nach den bisherigen Erfahrungen des Vortragenden leider bei dem Unternehmen der hiesigen Stadtbahn Seitens einzelner Instanzen nicht befolgt wird.

Der Vorsitzende machte einige Mittheilungen über die nach den statistischen Nachrichten von den Preufsischen Eisenbahnen im Jahre 1873 bei Letzteren erzielten finanziellen Ergebnisse. Die Reineinnahmen sind in der letzten Zeit so beträchtlich gesunken, dafs die Durchschnittsrente, welche im Jahre 1865 noch 6 %, 1867 = $5\frac{1}{2}$ %, 1869 = $5\frac{2}{3}$ %, 1871 = 6 %, 1872 = $5\frac{1}{2}$ % betrug, im Jahre 1873 nur $4\frac{1}{3}$ % und im Jahre 1874, soweit sich übersehen läfst, höchstens 4 % des Anlage-Capitals ergeben hat. Da Letzteres für sämmtliche Preufsischen Bahnen zusammengenommen am Schlusse des Jahres 1873 ca. 10840000000 Thlr. betrug, so ist der Ausfall bedeutend. Auf eine lebhafte Privat-Speculation ist daher auf diesem Felde in der nächsten Zeit kaum zu rechnen. Die Materialienpreise sind allerdings inzwischen gröfstentheils herabgegangen, die Löhne aber erst in einzelnen Gegenden, namentlich in Schlesien. Dafür sind aber die Beamtengehälter und sonstigen Competenzen erheblich gestiegen und die Anlage-Capitalien durch die aufserordentlichen Erweiterungen der bestehenden Anlagen und die massenhaften Beschaffungen von Betriebsmitteln stark gewachsen. Dazu treten die Ausgaben für erhöhte Sicherheit des Betriebes, Erleichterung des Verkehrs, Entlastung mehr oder weniger über ein Durchschnittsmaafs in Anspruch genommener Beamten, Beseitigung von Niveauübergängen etc. Uebrigens zeigen die Betriebseinnahmen pro Kilometer Bahnlänge der abnehmenden Rente gegenüber eine stetige Zunahme. Während dieselben 1860 nur etwa 7000 Thlr. betrugen, haben sie 1865 = 10000, im Jahre 1873 = 12000 Thlr. erreicht. Die Steigerung ist vorzugsweise dem Güterverkehr zuzuschreiben, auf welchen im Jahre 1873 ca. 67 % der Gesammt-Einnahme entfallen, während derselbe vor 30 Jahren nur mit ca. 33 % an der Einnahme betheiligt war. Das Antheilsverhältnifs zwischen Güter- und Personenverkehr hat sich demnach während des genannten Zeitraumes gerade umgekehrt. Das durchschnittliche Anlage-Capital pro Kilometer Bahnlänge hat sich in derselben Periode von ca. 40000 Thlr. auf beinahe 80000 Thlr. erhöht, also verdoppelt. Trotzdem

Digitized by Google

ist die letztere Summe nur etwa halb so grofs wie das Anlage-Capital pro Kilometer Bahnlänge in England. Wenn dort trotz des doppelt so hohen Anlage-Capitals und nur 12 bis 15 % Mehreinnahme sich nahezu derselbe Nettoertrag ergiebt, wie bei den Preufsischen Eisenbahnen, so läfst dies auf durchschnittlich höhere Transportpreise schliefsen. Für den Personenverkehr, welcher in England überdies viel intensiver ist, steht dies fest, für den Güterverkehr fehlen genügend genaue Daten, keinesfalls darf aber aus einzelnen ausnahmsweise niedrigen Taxen auf die Durchschnittshöhe derselben geschlossen werden.

Am Schlusse der Sitzung wurde Herr Geheimer Ober-Bergrath Lindig durch die übliche Abstimmung als ordentliches einheimisches Mitglied in den Verein aufgenommen.

Versammlung am 13. April 1875.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Streckert.

Herr Frischen beschrieb in eingehender Weise, unter Skizzirung der zugehörigen mechanischen Vorrichtung, eine Bremsconstruction, bei welcher unter Anwendung der Electricität das Bremsen eines Zuges sowohl vom Stande des Locomotivführers, als auch von jedem mit Bremsen versehenen Wagen aus erfolgen könne, und zwar dadurch, dafs das rotirende Moment der Achsen zum Bremsen benutzt werde. In ähnlicher Weise wurde die Electricität zum Dirigiren der Schiffe von einem entfernten Punkte aus benutzt. Aufserdem erwähnte der Vortragende eine Einrichtung zur Herstellung einer Verbindung des Zugpersonals mit den Reisenden unter Verwendung der Zugleine. Hierzu seien zwei Zugleinen erforderlich, welche, zu jeder Seite des Wagens geführt, durch eine mittelst Rollen und Gegengewicht gebildete mechanische Ausgleiche-Vorrichtung eine leichte und rasche Signalgebung gestatten, zugleich aber eine einseitige Bewegung der Zugleine, etwa beim Durchfahren der Curven hervorgerufen, nicht für das Signalisiren wirksam werden lasse.

Herr Hartwich theilte auf Grund der letzten Statistischen Nachrichten einige vergleichende Bemerkungen über die Verkehrsverhältnisse der Preufsischen Eisenbahnen mit. Danach entfällt das höchste Anlage-Capital auf die Berlin-Potsdam-Magdeburger, Rhein-Nahe-, Cöln-Mindener und Bergisch-Märkische Eisenbahn mit beziehungsweise 153025, 142905, 135277 und 128284 Thlr. pro Kilometer Bahnlänge. Die höchsten Einnahmen aus dem Personen- und Güterverkehr hatten die Oberschlesische, die Cöln-Mindener und die Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn mit beziehungsweise 26824, 23951 und 21876 Thlr., dagegen die gröfsten Ausgaben pro Kilometer Länge die Cöln-Mindener, die Berlin-Hamburger, die Niederschlesisch-Märkische, die Magdeburg-Leipziger und die Bergisch-Märkische Eisenbahn mit 14699, 14409, 13183, 13165 und 13070 Thlr., und den gröfsten Reserve- und Erneuerungsfonds die Rheinische und die Oberschlesische Bahn mit beziehungsweise 5717441 und 3093581 Thlr.

Herr Gust machte nähere Mittheilungen über die Explosion der Petroleum-Gasanstalt auf dem hiesigen Bahnhofe der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn. Das Gas wird aus den Rückständen von Braunkohlentheer gezogen; die hierbei sich bildenden ätherischen Oele waren am Tage des Unfalls durch Oeffnen des Gashahnes in den Vergasungsraum eingedrungen und hierdurch die Explosion herbeigeführt worden.

Herr Streckert gab hierauf der Versammlung Kenntnifs von der Denkschrift, welche eine aus Mitgliedern des Architekten-Vereins zu Berlin bestehende Specialcommission über die Verbesserung der Berliner Wasserverhältnisse ausgearbeitet hat; der Gegenstand war zunächst durch die neuerdings wieder zur Sprache gebrachte und auch in öffentlichen Blättern discutirte Anlage eines Berliner Südcanals hervorgerufen.

Zum Schlusse der Sitzung wurden durch übliche Abstimmung die Herren von Schütz, Eisenbahn-Baumeister, und Quedenfeld, Baumeister, als ordentliche einheimische Mitglieder in den Verein aufgenommen.

Versammlung am 11. Mai 1875.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Streckert.

Herr Dr. zur Nieden bespricht in eingehender Weise den Transport verwundeter und erkrankter Krieger auf Eisenbahnen. In den von dem Verwundeten-Transport handelnden Schriften wird meist als erste Bedingung eine durch alle Wagen des Sanitätszuges hindurchgehende Intercommunication hingestellt, während er dem entgegen zu dem Resultat gekommen sei, man müsse die Transportmittel so wählen, wie sie auf dem Kriegsschauplatze sich finden. Die grofse Bedeutung der Eisenbahnen für die Concentration der Truppen sei von den Strategen frühzeitig erkannt, sie führte zu einer Umbildung des Systems der Kriegführung, zu den Massenschlachten bei Magenta und Solferino, bei Königgrätz, bei Metz und Sedan. Jene Schlachten concentrirten aber auch das Elend des Krieges an diese Punkte und die Eisenbahnen mufsten decentralisiren, damit nicht Wundfieber und Seuchen sich bildeten. Diese Decentralisation war meist nur numerisch eine genügende, sie blieb hinter den Forderungen der Humanität zurück. Der erste Verwundeten-Transport auf Eisenbahnen sei im Krimkriege in rohester Form erfolgt, indem die Verwundeten in Güterwagen auf Strohsäcken oder Matratzen gelagert wurden. Ein System sei zuerst von Professor Dr. Gurlt 1859 entworfen worden, welches darin bestand, dafs an den Wagendecken Hängematten in Gurten aufgehängt werden sollten (die Grundidee der jetzigen Construction). Zur Prüfung des Systems habe das Preufsische Kriegsministerium eine Commission berufen, welche sich indefs dahin aussprach, dafs die Decken der Güterwagen zu schwach seien, um die Hängematten tragen zu können, auch würden die in denselben liegenden Kranken schaukeln und seekrank werden etc. Die Commission schlug deshalb vor, dicke Strohsäcke als Lagerstätte der Verwundeten auf die Wagenböden zu legen, den Säcken Schlingen zu geben, um mit durchgesteckten Tragstangen Lager und Krieger heben zu können. Diese Vorschläge wurden die Grundlage zu einer Instruction, welche 1871 das Preufsische Kriegsministerium erliefs. Hängematten, wie Gurlt sie vorgeschlagen, seien zuerst 1864 im amerikanischen Kriege angewandt, die Construction habe Dr. Harris angegeben; er habe die Lazarethbaracke zum Muster genommen, auf die Personenwagen Dachreiter zur Erlangung einer kräftigen Ventilation gesetzt, wodurch der Wagenraum Luft und Licht erhalten. Obwohl diese Constructionen in Deutschland bekannt wurden, so sei dennoch

Digitized by Google

im Kriege 1866 wieder der einfache Strohsack erschienen und oft habe auch dieser noch gefehlt. Erst im Frühjahr 1867 sei es Professor Dr. Esmarch gelungen, gestützt auf den Einfluss Ihrer Majestät der Königin, zu erwirken, dass 60 Personenwagen der Hannoverschen Staatsbahn, welche nach dem Intercommunicationssystem gebaut waren, für den Verwundeten-Transport vorbereitet wurden. Gleichzeitig mit Esmarch sei Dr. Fichte in Württemberg mit Erfolg bestrebt gewesen, Intercommunicationswagen für den gleichen Zweck einzurichten. Der nach seinen Angaben construirte Lazarethzug sei bereits am 16. August 1870 auf dem Kriegsschauplatz erschienen, wogegen der Norden Deutschlands erst im September folgen konnte. Dessen Wagenpark hatte die längsten Wege zu durchlaufen und war deshalb durch den Truppentransport am meisten in Anspruch genommen.

Nach diesem historischen Ueberblick giebt der Vortragende eine Beschreibung der Einrichtungen der Lazarethzüge des letzten Krieges und zwar der

1. Güterwagen mit Matratzen ausgerüstet (Improvisationen, welche ihren Zweck nur mangelhaft erfüllten),

2. Güterwagen mit eisernen Bettstellen; die Betten lagen auf Spiralfederböden, welche die Stöfse milderten (Züge des Rittergutsbesitzers von Hönika),

3. Güterwagen mit aufgehängten Tragbahren; in die Gurte waren zur Verminderung der Stöfse Spiralfedern eingefügt (Hamburger Züge),

4. Güterwagen mit elastischer Suspension und mit Intercommunication (pfälzische Züge), — bei den Klassen ad 1 bis 3 fehlte eine Verbindung der Wagen an den Kopfenden,

5. Personenwagen mit Intercommunication (Züge aus Preufsen, Baiern, Württemberg und Baden).

Zur Beurtheilung der Frage, welche Züge man in Zukunft wählen solle, erscheint dem Vortragenden die Feststellung der Leistung der Züge resp. des Procentsatzes zwischen der Gesammtzahl der Verwundeten und der Zahl der in Sanitätszügen Beförderten von Wichtigkeit. Er ermittelt diese für den letzten Krieg zu rot. 12 %, ohne damit sagen zu wollen, dafs diese Zahl unanfechtbar sei; fügt indefs hinzu, dafs nach den Angaben der Etappen-Aerzte die rohen Improvisationen der Verwundeten-Transporte die Regel, die geordneten Sanitätszüge die Ausnahme gebildet haben. Habe man nun bei den bisherigen Anforderungen wenig geleistet, so müsse die Frage erwogen werden, ob die Anforderungen nicht ermäfsigt werden könnten; jedenfalls werde man Bedenken tragen müssen, vollkommenere Einrichtungen zu fordern, um den Dienst der Aerzte zu erleichtern, wie dies die internationale Privat-Conferenz in Wien (abgehalten vom 6. bis 9. October 1873) gethan habe. Um festzustellen, was für die Verwundeten nöthig erscheint, sei zunächst festzustellen: a. welche Verwundeten resp. welche Kranken sind nach Ansicht der Aerzte als transportfähig zu betrachten, b. welche Nahrungsmittel haben die Pfleglinge während der Fahrt erhalten, c. wie ist Ventilation und Heizung der Verwundeten-Wagen bewirkt worden. Hieran schliefsen sich Vorschläge, wie die Nahrungsmittel unter Verwendung einfacherer Einrichtungen bereitet werden könnten und wie die Ventilation ferner bewirkt werden solle. Bei letzterem Punkte wird besonders hervorgehoben, dafs in gewöhnlichen gedeckten Güterwagen leichter eine die Pfleglinge nicht treffende Ventilation herzustellen sei, als in Personenwagen mit Intercommunication. Für die Verwundeten seien also in dieser Richtung gewöhnliche Güterwagen vorzuziehen; Intercommunicationswagen würden indefs von den Aerzten verlangt, um während der Fahrt die ärztliche Behandlung der Pfleglinge zu befördern, um die Speisen zu vertheilen und um die Wärter zu controliren. Die Besprechung dieser drei Punkte ergiebt folgendes Resultat:

1. Die Thätigkeit des Arztes erstreckt sich über 4 oder 5 Wagen, er wird also an den Haltepunkten den Wagen wechseln können; da ein Besuch pro Tag Regel ist, so erscheint dies ausführbar.

2. Die Speisen können bei richtiger Anordnung theils auf Etappenstationen, theils in den Wagen bereitet werden; eine Belästigung der Pfleglinge kann aus letzterer Anordnung nicht entstehen.

Die Controle der Wärter ist bei fehlender Intercommunication nicht ausführbar, es sind deshalb gewöhnliche Krankenwärter — meist Leute von geringem moralischen Halt — nicht verwendbar. Ein geeignetes Corps glaubt Redner aus den Medizinern und Technikern bilden zu können, welche bei dem Ausbruch eines Krieges in grofser Zahl in die Armee eintreten. Erstere eignoten sich ihrem ganzen Beruf nach, letztere soweit sie Kenntnifs der Eisenbahnen besitzen, vorzüglich für diesen Dienst.

Hiernach kann der Schluss gezogen werden, dafs Güterwagen, welche richtig vorbereitet sind, für den Verwundeten-Transport wohl geeignet erscheinen; die Wahl derselben wird empfohlen, weil sie in der Nähe des Actionsfeldes sich finden. Es wird dann nicht nöthig sein, nach dorthin leere Wagen für den Verwundeten-Transport zu dirigiren, und die Zahl der Wagen auf den Endstationen im Rücken der Armee vermindert sich. Diese Verminderung ist im Interesse des Eisenbahnbetriebes, denn die Eisenbahnen sind überhaupt im Kriege überlastet, insbesondere ist dies aber bei den Bahnhöfen in der Nähe des Kriegsschauplatzes der Fall. Dies wird speciell wie folgt entwickelt: Ein Grundprincip für den Eisenbahnbetrieb besteht darin, dafs zwecklose Bewegungen der Wagen vermieden werden. Dieser Forderung pflegt man bei dem regelmäfsigen Verkehr dadurch zu genügen, dafs man strebt, Fracht und Rückfracht gegen einander auszugleichen; man wird dieselbe in Friedenszeit nur in geringem Maafse erfüllen, es wird die Rücksendung leerer Wagen nicht vermieden werden können. Noch ungünstiger gestaltet sich der Verkehr im Kriege: es wird an dem Punkte, wo die Armee aufgestellt ist, eine Scheidewand errichtet; bis an dieselbe führt man beladene Wagen und es kehren nur leere von dort zurück. Die einzige traurige Rückfracht sind die Verwundeten und Kranken. Ferner werden die Stationen, nach welchen der grofse Kriegsverkehr gerichtet ist, zu Kopfstationen, da der Betrieb bedingt, dafs Wagen und Maschinen dort umkehren; sie sind endlich oft nur für den Verkehr einer Haltestelle eingerichtet, sie sollen aber einen Massenverkehr bewältigen. Alle diese Gründe weisen darauf hin, die rückgehenden Güterwagen zur Bildung von Sanitätszügen zu benutzen. Im Beginn eines Krieges wird keine andere Wahl bleiben, weil die Züge mit dem Nachschub an Truppen, Munition und Nahrungsmitteln keinen Raum für die Sanitätszüge lassen; im weiteren Verlauf desselben sprechen für ihre Verwendung die vorerwähnten Rücksichten, welche eine gedeihliche Durchführung des Betriebes erfordert.

Digitized by Google

Die Anordnung solcher Züge bedingt aber, dafs die Organisation nicht wie im letzten Kriege vorzüglich der freiwilligen Krankenpflege überlassen bleibt, sondern dafs dieselbe einen Theil der regelmäfsigen Armee-Verwaltung bildet. Mit dem Wunsche, dafs das Kriegsministerium dieser Forderung entsprechen möge, schliefst Redner seinen Vortrag.

Bei der hieran anschliefsenden Discussion betheiligten sich aufser dem Vorsitzenden die Herren Bode und Gust, welche die in den letzten Kriegen gemachten Erfahrungen mittheilten und die Verwendung von Intercommunicationswagen vorwiegend empfahlen; für die ersten Transporte der Verwundeten nach grofsen Schlachten seien die vorhandenen Güterwagen zu benutzen, dagegen für die späteren Transporte sowie die Evacuation der Lazarethe die Intercommunicationswagen bezüglich die Sanitätszüge anzuwenden. Man könne im Allgemeinen 3 verschiedene Zeitabschnitte für den Transport der Verwundeten annehmen; der erste finde sofort nach der Schlacht in den an Ort und Stelle vorhandenen Wagen aller Art statt, der zweite einige Tage später in Personenwagen, welche die Verwundeten nur bei Tage beförderten, während dieselben des Nachts in Lazarethen gebettet würden, und der dritte Transport sei der in geordneten Sanitätszügen, welche die Kranken auf gröfsere Entfernungen beförderten.

Hierauf lenkte der Vorsitzende die Aufmerksamkeit der Versammlung auf die bedauerlichen Angriffe und Verläumpungen hin, denen ein sehr geehrter und durch schriftstellerische Thätigkeit auf dem Gebiete des Eisenbahnwesens hervorragender College, der Hofrath M. M. von Weber in Wien, in Folge seiner Aussagen im Prozefs Ofenheim, ausgesetzt gewesen sei. Die Verdächtigungen seien wesentlich aus Weber's Begutachtung der vom Baron Hirsch in der Türkei erbauten Bahnen entnommen und gerade dieserhalb glaube der Vorsitzende der Angelegenheit Erwähnung thun zu sollen, da an der Berechnung und Begutachtung der gedachten Bahnen ein hochgeachtetes, dem Vorstande des Vereins angehöriges Mitglied Theil genommen habe. Beiläufig sei von einer Anzahl bekannter Fachmänner demnächst dem Herrn von Weber bescheinigt worden, dafs die ihm Schuld gegebene Abweichung in seinen Zeugenaussagen von einem im Jahre 1870 über die Lemberg-Czernowitzer Eisenbahn abgegebenen Gutachten factisch nicht vorhanden sei, auch habe das betreffende angreifende Gratzer Blatt hierauf in einem Artikel vom 28. April c. die völlige Unrichtigkeit ihrer früheren Informationen anerkannt. Immerhin bleibe es doch bedauerlich, dafs in so frivoler Weise an der Ehrenhaftigkeit von Männern gerüttelt werden könne, deren Namen durch ein langes Leben voll rastloser und erfolgreicher Arbeit, wie durch allseitig anerkannte bedeutende Leistungen auch aufserhalb der eigentlichen Fachkreise den besten Klang haben.

Am Schlusse der Sitzung wurde in üblicher Abstimmung Herr Telegraphen-Inspector Schulze als einheimisches ordentliches Mitglied in den Verein aufgenommen.

Literatur.

Gottgetreu, Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien. 1874. Berlin bei Jul. Springer. 2. Aufl.

Die Herausgabe einer 2. Auflage dieses von allen Seiten anerkannten Werkes kann von den Fachgenossen nur mit Freuden begrüfst werden, da seit dem Erscheinen der 1. Auflage (1869) mancherlei Fortschritte in der Gewinnung, Verwendung und Beurtheilung der Baumaterialien bemerkbar geworden sind, aufserdem die Einführung eines neuen Maafses und Gewichtes in Deutschland die älteren Zahlenangaben, welche gerade auf dem vorliegenden Gebiete so wesentlich sind, vielfach unbequem macht. Der Verfasser hat den beiden erwähnten Gesichtspunkten gebührend Rechnung getragen und wenn die allgemeine Anwendung des Metermaafses und Grammgewichtes der Verbreitung des Buches von grofsem Vortheil ist, so könnte man fast bedauern, dafs der Herr Verfasser die Specialmaafse, wie das bairische und preufsische, nicht ganz und gar ausgeschieden oder aber bei einzelnen Verhältnissen, welche wesentliche Unterschiede zwischen dem Süden und Norden Deutschlands bieten, dem letztern nicht noch mehr Berücksichtigung hat angedeihen lassen.

Bei der Ziegelfabrikation werden die in neuerer Zeit bekannt gewordenen Verbesserungen der Maschinen ausführlich vorgeführt und dabei vielfach englische Constructionen beschrieben, während die in Norddeutschland verbreiteten Einrichtungen ungeachtet ihrer anerkannten Güte weniger Berücksichtigung finden. — Ebenso fehlt der Transport des Bauholzes per Eisenbahn, welcher doch in Norddeutschland eine bedeutende Ausdehnung gewonnen hat.

Der Aufzählung und Erläuterung der verschiedenen Systeme der Ziegelbrennöfen hat der Verfasser vielleicht zu viel Platz eingeräumt; solche Einrichtungen, welche sich nicht bewährt und darum keine Verbreitung gefunden haben (wie z. B. die transportabelen Heerde von Barbier u. Colas), hätten wohl kürzer behandelt sein können.

Unter einigen, allerdings nur wenigen Irrthümern rüge ich die Angabe (Bd. I, pag. 284), dafs Thon, mit Kohlenstaub gemischt, beim Brennen nicht schwinde.

(Der Ringofen ist nicht von „Licht und Hoffmann", sondern von Friedr. Hoffmann vielfach verbreitet. Die frühere Firma hiefs Hoffmann und Licht.)

Unter den Ziegelwaaren vermissen wir die Drainröhren und Wasserleitungsröhren, die doch in der Neuzeit eine so bedeutende Rolle im Baufache spielen.

Eine wesentliche Vermehrung hat die Abtheilung über die Metalle erfahren; schon der 1. Abschnitt — Gewinnung und Verwendung des Gufseisens — ist ausführlicher behandelt und durch Tabellen bereichert, noch viel mehr ist dies aber mit den folgenden Abschnitten über Schmiedeeisen und Stahl geschehen.

Auch die Festigkeit der Metalle ist einer gründlichen Behandlung unterworfen und durch zahlreiche Profilzeichnungen in Holzschnitt erläutert.

Digitized by Google

Weniger Aufmerksamkeit schenkt der Herr Verfasser der Fabrikation und Verwendung des Portland-Cementes, während oder obwohl gerade in den letzten Jahren namhafte Gelehrte (W. Michaelis u. A.) dieses Bindemittel zum Gegenstande ihres Specialstudiums gemacht haben.

Bezüglich der äufsern Ausstattung des Buches ist noch zu bemerken, dafs für den Druck statt der bei der 1. Auflage verwendeten deutschen Lettern jetzt lateinische gewählt sind. Die Schrift ist klar und scharf, namentlich auch in den Zahlen; gleichzeitig ist die Zahl der Holzschnitte von 119 auf 435 gestiegen, abgesehen von den der neuen Auflage beigefügten lithographirten Tafeln.

So kann ich mich im Uebrigen wohl auf das Urtheil berufen, welches ich beim Erscheinen der ersten Auflage auszusprechen Gelegenheit hatte und, wie ich hoffe, damals die Zustimmung der Fachgenossen gefunden. Die neue Auflage zeigt unzweifelhaft, dafs der Verfasser in demselben Sinne, mit derselben Gründlichkeit und Liebe zur Sache weiter gearbeitet und sich damit um das Baufach neue Verdienste erworben hat. J. Manger.

Berichtigungen.

Auf Seite 318, Zeile 3 v. u. ist zu lesen: Eingeweide statt Eingemeide.
- - 321, - 20 v. o. - - - 1,98 mm statt 1,98 mm.
- - 322, - 13 v. o. - - - 10,5 mm statt 10,5 mm.
- - 322, - 16 v. o. - - - 15,3 mm - 55 mm.

Digitized by Google

Inhalt des fünfundzwanzigsten Jahrgangs.

I. Amtliche Bekanntmachungen.

	Pag.
Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 26. Januar 1875, das formelle Verfahren bei Aufstellung und Einreichung der Projecte zu Wasserbauten betreffend . .	121
Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 25. Febr. 1875, betreffend die amtliche Betheiligung der Kreis-Baubeamten bei der Veranschlagung etc. von Schul-, Pfarr- und Kirchenbauten fiscalischen Patronats, so wie von dergleichen Bauten mit staatlicher Unterstützung	122
Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 21 Juni 1875, betreffend die Tagegelder und Reisekosten derjenigen bei der allgemeinen Bauverwaltung angestellten Beamten, deren Stellen einen bestimmten Dienstrang nicht besitzen	289
Verzeichnifs der im Preufsischen Staate angestellten Baubeamten (Mitte April 1875)	249
Personal-Veränderungen bei den Baubeamten:	
Ende November 1874	1
Anfang April 1875	124
Anfang August 1875	290
am 20. October 1875	437

II. Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

A. Landbau.

	Zeichnung. Blatt.	Pag.
Wohngebäude in Berlin, Bismarckstrafse, Nr. 4. von Herrn Geheimen Regierungsrath F. Hitzig in Berlin	1—3	1
Denkmal auf dem Marienberge bei Brandenburg, von Herrn Baumeister Hubert Stier in Berlin	4	3
Der Zoologische Garten in Berlin, von den Herren Architekten Ende & Böckmann in Berlin:		
I. Das Antilopenhaus	5—7	9
II. Das Haus für grofse Raubthiere . .	20—23	127
III. Der Bärenzwinger	41	451
Gebäude der Norddeutschen Grundcreditbank in Berlin, Behrenstrafse Nr. 7a, von den Herren Architekten Kayser & v. Grofsheim in Berlin	17—19	127
Das Städtische Allgemeine Krankenhaus in Berlin im Friedrichshain, von den Herren Architekten Gropius & Schmieden in Berlin (Fortsetzung folgt.)	24—32, 42—47, 66—68.	131, 458
Kaiserliches General-Post-Amt in Berlin, von Herrn Regierungs- und Baurath Schwatlo in Berlin	33—36	143, 295, 439
Oeffentliches Schlachthaus und Viehmarkt in Buda-Pest, von den Herren Architekten v. d. Hude & Hennicke in Berlin . .	48—60	311, 585
Das Kreuzgewölbe, eine Bauconstructions-Studie, von Herrn Professor R. Gottgetreu in München	V (i. Text)	399

B. Wasser-, Maschinen-, Wege- und Eisenbahnbau.

	Zeichnung. Blatt.	Pag.
Pneumatische Fundirung mit hydraulischem Hebeapparat bei dem Bau der Brücke über die Neue-Maas in Rotterdam, mitgetheilt von Herrn Regierungs-Baurath Franzius in Berlin	8—10 u. A (i. T.)	11
Ueber Bestimmung der Maximalmomente von Eisenbahnbrücken für concentrirte Belastung, von Herrn Ingenieur Th. Schuster in München	D und E (im Text)	99
Die Sturmfluth vom 12/13. November 1872 an den Ostseeküsten des Preufsischen Staates in meteorologischer und hydrotechnischer Beziehung, von Herrn Geheimen Ober-Baurath Baensch in Berlin	F bis P (im Text)	155
Die Bedeichung der Maxqueller, des jetzigen Kaiser-Wilhelm-Kooges, von Herrn Bauinspector Eckermann in Heide	38 und Q (i. T.)	219

Digitized by Google

	Zeichnung. Blatt.	Pag.
Untersuchung der pecuniär vortheilhaftesten Anordnung von Stütz- und Futtermauern, welche nicht bis zu voller Höhe eines Dammes resp. Einschnittes ausgeführt werden müssen, von Herrn Ingenieur Dr. L. Bräuler in Berlin	—	237
Die hydraulischen Hebevorrichtungen auf dem Bahnhof Berlin der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn, von Herrn Baurath L. Quassowski in Berlin	61—62	331
Ueber den Gebrauch des hydrometrischen Flügels zur Bestimmung der Wassermenge von Strömen, von F. Exner, Bandirector in Bremen	*R* (i. T.)	
Graphische Ermittelung der Grenzspannungen für den Bogen mit 3 Charnieren, von Herrn Professor Dr. Schäffer in Darmstadt	*S* bis *U* (im Text)	341 381
Untersuchungen über Längen- und Querprofil geschiebeführender Flüsse, von Herrn Ober-Baurath und Professor H. Sternberg in Carlsruhe	*W* (i. T.)	483
Locomotiv-Schiebebühne ohne versenkte Geleise mit hydraulischem Betrieb auf der Personenstation zu Berlin der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn, von Herrn Baurath L. Quassowski in Berlin	64, 65	505
Belastungsäquivalente zur Bestimmung der durch fortschreitende Eisenbahnzüge erzeugten grössten Vertikalscheerkräfte in Brückenträgern mit 10 bis 150 m Stützweite, von Herrn Baurath und Professor Dr. F. Heinzerling in Aachen	*X* (i. T.)	509

C. Kunstgeschichte und Archäologie.

	Zeichnung. Blatt.	Pag.
Die Stoa des Königs Attalos II. zu Athen, von Herrn Baurath und Professor F. Adler in Berlin	11—16 u. *C* (i. T.)	17
Die Baudenkmale Umbriens. — IX. Gubbio, von Herrn Architekt Paul Laspeyres in Rom (Fortsetzung folgt.)	—	51, 287

D. Allgemeines aus dem Gebiete der Baukunst.

	Zeichnung. Blatt.	Pag.
Ueber das Verhalten der Metalle bei wiederholten Anstrengungen (Fortsetzung der Wöhler'schen Festigkeitsversuche), von Hrn. Prof. L. Spangenberg in Berlin (Schluss.)	*B* (i. T.)	77
Der Perigraph, von Herrn Oberst a. D. und Conservator der Alterthümer A. v. Cohausen in Wiesbaden	—	106

E. Bauwissenschaftliche und Kunstnachrichten.

	Pag.
Den Einsturz des Rathhausthurmes zu Haynau betreffend	270
Hagen'sche Stipendien-Stiftung. Nachricht für 1874	273
65ster Baubericht über den Fortbau des Domes zu Cöln, von Herrn Regierungs- und Baurath Dombaumeister Voigtel in Cöln	519

F. Mittheilungen aus Vereinen.

Architekten-Verein zu Berlin.

	Pag.
Preis-Aufgaben zum Schinkelfest am 13. März 1876	273
Schinkelfest am 13. März 1875	408

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

	Pag.
Versammlung am 8. September 1874	279
- - 13. October 1874	280
- - 10. November 1874	282
- - 8. December 1874	285
- - 12. Januar 1875	421
Versammlung am 9. Februar 1875	426
- - 9. März 1875	523
- - 13. April 1875	529
- - 11. Mai 1875	530

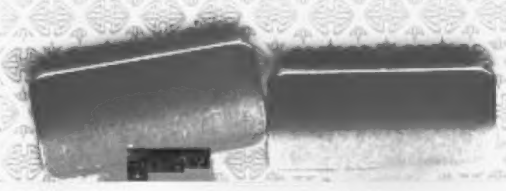
III. Literatur.

	Pag.
Verzeichniss neu erschienener oder neu aufgelegter bauwissenschaftlicher Werke des In- und Auslandes im Jahr 1874	107
R. Redtenbacher. Bautischler-Arbeiten. Carlsruhe, J. Veith	287
Gottgetreu, Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien. 1874. Berlin bei Jul. Springer. 2. Aufl.	533

Halle, Buchdruckerei des Waisenhauses.

Digitized by Google

UNIV. OF MICH.
JUL 17 1907



Digitized by Google

Digitized by Google